Szent István Egyetem

Gödöllő

AZ *ACULUS SCHLECHTENDALI* (NALEPA) (ACARI: ERIOPHYOIDEA) MORFOLÓGIÁJA, BIOLÓGIÁJA ÉS POPULÁCIÓDINAMIKÁJA MAGYARORSZÁGON

Doktori (PhD) értekezés

GÓLYA GELLÉRT

GÖDÖLLŐ

2002

A doktori iskola megnevezése: Növénytermesztés- és Kertészettudományi Doktori Iskola

Tudományága: Mezőgazdaság-tudomány

Vezetője: Dr. Virányi Ferenc (DSc)
egyetemi tanár

SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Növényvédelemtani Tanszék

Témavezető: Dr. Kozma Erzsébet (PhD)
egyetemi adjunktus

SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Növényvédelemtani Tanszék

…….. ……

Dr. Virányi Ferenc (DSc)
doktori iskola vezetője

Dr. Kozma Erzsébet (PhD)
témavezető

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK 3

1. BEVEZETÉS 5

2. IRODALOM 7

2. 1. Rendszertan 7
2.1.1. Az Eriophyoidea fajok rendszertani besorolása 7
2.1.2. Az Aculus schlechtendali rendszertani besorolása 7

2.2. Az Eriophyoidea fajok evolúciója és fajszáma 8

2.3. Tápnövény és kártétel 8
2.3.1. Az Eriophyoidea fajok tápnövényei 8
2.3.2. Az Aculus schlechtendali tápnövényei 9
2.3.3. Az Eriophyoidea fajok kártétele 10
2.3.4. Az Aculus schlechtendali kártétele 10

2.4. Morfológia 12
2.4.1. Az Eriophyoidea fajok általános morfológiája 12
2.4.1.1. Az Eriophyoidea fajok petéinek, lárváinak és nimfáinak alaktani jellemzői 16
2.4.1.2. A protogyn és deutogyn alak közti morfológiai eltérések 17
2.4.2. Az Aculus schlechtendali morfológiája 18

2.5. Biológia 20
2.5.1. Az Eriophyoidea fajok életmódja 20
2.5.2. A deuterogynia 21
2.5.3. Az Aculus schlechtendali biológiája 22
2.5.4. Az Aculus schlechtendali elterjedtsége 24

2.6. Populációdinamika 25
2.6.1. Az Aculus schlechtendali populációdinamikája 25
2.6.2. Az Aculus schlechtendali populációdinamikáját befolyásoló abiotikus tényezők 27
2.6.3. Az Aculus schlechtendali populációdinamikáját befolyásoló biotikus tényezők 28
2.6.3.1. A tápnövény szerepe az Aculus schlechtendali populációdinamikájában 28
2.6.3.2. Ragadozó atkafajok szerepe az Aculus schlechtendali természetes szabályozásában 28
2.6.3.3. A biotikus faktorok között fellépő kölcsönhatások 30

3. ANYAG ÉS MÓDSZER 32

3.1. A vizsgálatok anyaga 32

3.2. A vizsgálatok helye 32

3.3. A vizsgálatok módszere 33
3.3.1. Az Aculus schlechtendali tápnövénykörének és kártételének vizsgálata 33
3.3.2. Az Aculus schlechtendali morfológiájának vizsgálata 34
3.3.3. Az Aculus schlechtendali biológiájának és populációdinamkájának vizsgálata 36
3.3.3.1. A diapauzában lévő deutogyn egyedek elhelyezkedésének és eloszlásának megfigyelése 38
3.3.3.2. Deutogyn nőstények diapauzájának vizsgálata 38
3.3.3.3. Az abiotikus tényezők hatásának elemzése 39
3.3.3.4. A hőmérséklet szaporodásra gyakorolt hatásának vizsgálata 39
3.3.3.5. A tavaszi tojásrakás vizsgálata 40
3.3.3.6. A tápnövény egyedszámra gyakorolt hatásának elemzése 40
3.2.3.7. Az intra- és interspecifikus kölcsönhatások vizsgálata 40
3.3.3.8. Az Aculus schlechtendali elterjedtségének felmérése 41

4.1. Tápnövény és kártétel 42
4.1.1. Az Aculus schlechtendali tápnövényei 42
4.1.2. Az Aculus schlechtendali kártétele és kárképe 42

4.2. Morfológia 45
4.2.1. Az Aculus schlechtendali protogyn és a deutogyn alakjainak általános morfológiai jellemzése és eltérései 45
4.2.1.1. A protogyn alak morfológiája 47
4.2.1.2. A deutogyn alak morfológiája 58
4.2.2. Az Aculus schlechtendali hímjeinek morfológiai jellemzése 64
4.2.3 Az Aculus schlechtendali petéinek, lárváinak és nimfáinak morfológiája 68

4.3. Biológia **71**
4.3.1. Az Aculus schlechtendali életmódja 71
4.3.2. Az Aculus schlechtendali elterjedtsége 74

4.4. Populációdinamika **76**
4.4.1. Az Aculus schlechtendali populációdinamikája Magyarországon 76
4.4.2. Az Aculus schlechtendali populációdinamikáját befolyásoló abiotikus tényezők 76
4.4.2.1. A deutogyn egyedek eloszlásának változása az időjárás függvényében 85
4.4.2.2. A téli diapauza fakultatív jellegének igazolása 87
4.4.2.3. A hőmérséklet tavaszi felszaporodásra gyakorolt hatása 88
4.4.3. Az Aculus schlechtendali populációdinamikáját befolyásoló biotikus tényezők 88
4.4.3.1. A tápnövény szerepe a felszaporodásban 88
4.4.3.2. Intra- és interspecifikus kölcsönhatások az Aculus schlechtendali populáció-dinamikájában 90
4.4.3.3. Az Aculus schlechtendali tavaszi tojásrakásának kezdete 94

4.5. Új tudományos eredmények **95**

5. MEGVITATÁS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK **96**

5.1. Tápnövény és kártétel **96**
5.1.1. Az Aculus schlechtendali tápnövényei 96
5.1.2. Az Aculus schlechtendali kártétele és kárképe 96

5.2. Morfológia **98**
5.2.1. A protogyn alak morfológiája 98
5.2.2. A deutogyn alak morfológiája 100
5.2.3. Az Aculus schlechtendali hímjeinek morfológiája 100
5.2.4. Az Aculus schlechtendali petéinek, lárváinak és nimfáinak morfológiája 101

5.3. Biológia **102**
5.3.1. Az Aculus schlechtendali életmódja 102
5.3.2. Az Aculus schlechtendali elterjedtsége 104

5.4. Populációdinamika **105**
5.4.1. Az Aculus schlechtendali populációdinamikája 105
5.4.2. A populációdinamikát befolyásoló abiotikus tényezők 107
5.4.3. A populációdinamikát befolyásoló biotikus tényezők 108

5.5. Javaslatok **109**

6. ÖSSZEFOGLALÁS **111**

7. SUMMARY **114**

MELLÉKLETEK **117**

M1. Irodalomjegyzék **117**

M2. Táblázat- és ábrajegyzék **128**

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS **131**

1. BEVEZETÉS

A mérsékelt égövi gyümölcstermelés egyik fő profilját az alma jelenti. Széleskörű termeszthetősége, nagy terméshozama, kedvező beltartalmi értékei és nagy fajtaváltozatossága a termelők és fogyasztók körében egyaránt közkedvelté teszi e gyümölcsöt.

Az alma termesztése az egyenlítőtől északra és délre, a 35. és a 60. szélességi kör között jellemző (Pethő 1984). A világon éves szinten termelt mennyisége 57 millió tonna (Központi Statisztikai Hivatal 2001), amelynek Magyarország a 445 ezer tonnányi hozamával mintegy 0,8 %-kát adja (Központi Statisztikai Hivatal 2000, 2001). Az utóbbi években a hazai almatermesztés a különböző termelési rendszerek minőségi és területi átalakulásával, a világpiaci helyzet megváltozásával jelentősen csökkent. Az állami gazdaságok és a termelőszövetkezetek felbomlásával a nagyüzemi termelést mindinkább a magángazdaságok vették át, és arányaiban a háztáji és hobbikertekben termesztett alma mennyisége is növekedett.

A megváltozott társadalmi igények (egészség- és környezetvédelem), valamint a telített piacok következtében ma már a minőség, a vegyszermentesség és a környezetbarát termesztéstechnológia az elsődleges a korábbi mennyiségorientált termeléssel szemben. Mindez az alma növényvédelmében is új és egyre nagyobb követelmények elé állítja a gazdálkodókat. Különösen a környezet épségét, a fauna diverzitását megőrző, és a természetes szabályozó mechanizmusokat kihasználó organikus és integrált növényvédelmi rendszerek igényelnek bővebb szaktudást. A károsítás megelőzéséhez, a termelési céltól függő veszélyességi küszöbértékek becsléséhez, az egyes védekezési módok alkalmazhatóságának, idejének és hatékonyságának megítéléséhez ezért a célszervezetek minél pontosabb, ha lehet helyspecifikus ismerete szükséges.

Az almaültetvények potenciális kártevői közül világszerte – így Magyarországon is – egyre nagyobb jelentőségre tesz szert az almatermésűek levélatkája (*Aculus schlechtendali*[1] [Nalepa]). Az Európában őshonos és Észak-Amerikában már korábban meghonosodott faj az utóbbi két évtizedben Dél-Amerikában, Ázsiában, Afrikában és Ausztráliában is megjelent, sőt terjedéséről és felszaporodásáról számol be a szakirodalom. Nagy populációinak közvetlen és közvetett kártétele jelentős terméskiesést és minőségi értékromlást okoz az almaültetvényekben.

Az *Aculus schlechtendali* növekvő jelentősége, valamint az alma hazai gyümölcstermesztésünkben betöltött nagy részaránya ellenére, igen szegényesek a kártevő alaktanát, életmódját, és népességváltozását elemző magyarországi vizsgálatok. A nemzetközi szakirodalom e kérdésekben szintén nem teljes. Kutatómunkánk céljaként ezért azt a feladatot tűztük ki, hogy részletes adatokkal szolgáljunk az almatermésűek levélatkájának tápnövénykörére és kártételéről, különböző

[1] Syn.: *Phyllocoptes schlechtendali* Nalepa, *Vasates sclechtendali* (Nalepa), *Vasates malivagrans* Keifer

alakjainak és egyedfejlődési stádiumainak morfológiai jellemzőiről, életmódjáról, Pest megyei elterjedtségéről, valamint hazai populációdinamikai sajátosságairól.

2. IRODALOM

2. 1. Rendszertan

2.1.1. Az Eriophyoidea fajok rendszertani besorolása

A négylábú atkák (Tetrapodili) alrendje az ízeltlábúak (Arthropoda) törzsébe, a csáprágós ízeltlábúak (Chelicerata) altörzsébe, a pókszabásúak (Arachnoidea) osztályába és az atkák (Acaridea) rendjébe tartozik (Dudich és Loksa 1969). Dudich és Loksa (1969) a Tetrapodili alrendnek két családját, a gubacsatka- (Eriophyidae) és a levélatkaféléket (Phyllocoptidae) különbözteti meg.

Ezzel szemben Farkas (1966a) a levél- és gubacsatkákat egy családba, az Eriophyidae-be rendezi, amelyet a bársonyatka-formájúak (Trombidiformes[2]) alrendjébe és a négylábú atkák (Tetrapodili) csoportjába sorol.

Kolcov és munkatársai (1975) az Eriophyidae család tagjait az Arachnoidea osztályon belül az Acari alosztályban, az Acariformes rendben, a Trombidiformes alrendben és az Eriophyoidea öregcsaládban ismertetik.

Boczek és munkatársainak (1989) határozókulcsában az Eriophyoidea szubszekció öt alsóbb rendszertani egységre osztott: az Ashieldophyidae, a Nalepellidae, a Phytoptidae, az Eriophyidae és a Diptilomiopidae[3] családokból áll.

Később Boczek és Griffiths (1994) az Eriophyoidea öregcsaládot a dorzális pajzs és annak sertéje, valamint a gnathosoma felépítése alapján hat családra osztotta: Pentasetacidae, Ashieldophyidae, Nalepellidae, Phytoptidae, Eriophyidae és Diptilomiopidae.

Newkirk és Keifer (1975) morfológiai kulcsában az Eriophyoidea öregcsalád 137 nemét sorolja fel, azonban Boczek és munkatársainak (1989) határozójában már 209 genus szerepel.

2.1.2. Az Aculus schlechtendali rendszertani besorolása

Az almaterméseűek levélatkája rendszertanilag az Arthropoda törzsbe, az Arachnoidea osztályba, az Acari alosztályba, az Acariformes rendbe, a Prostigmata alrendbe, az Eriophyoidea öregcsaládba és az Eriophyidae családba sorolható (Lindquist és Amrine 1996).

Az Eriophyidae több mint 2000 atkafajt tartalmazva a legnagyobb Eriophyoidea családot alkotja (Boczek és Griffiths 1994), amelyben az *Aculus* Keifer genus a Phyllocoptinae szubfamíliához tartozik (Keifer 1959, Jeppson et al. 1975).

---

[2] Syn.: Prostigmata

[3] Syn.: Rhyncaphytoptidae

2.2. Az Eriophyoidea fajok evolúciója és fajszáma

Az Eriophyoidea fajok az atkáknak egy elkülönült, igen sikeres típusát alkotják. Ausztráliában olyan 37 millió éves, fosszilis levélatkákat találtak, amelyek lényegében megegyeznek a napjainkban élő vagrant (szabadon élő) eriophyoid fajokkal. Így nem túlzott az a becslés, hogy ez az atkacsoport már több mint 50 millió évvel ezelőtt is megtalálható volt a növényeken (Jeppson et al. 1975, Keifer és Knorr 1978). Mindezt igazolja az a tény is, hogy tagjai kizárólag fitofágok (Jeppson et al. 1975, Farkas 1966a).

A parányi testméret, a féreg- vagy orsószerű alak, a 2 pár láb és az erősen visszafejlődött kemotaxis megkülönbözteti e fajokat a többi atkától. A spermatophorák jelenléte, a sima izomszövet, a testüreg nagy és mozgékony sejtjei (parenchima), a perisztaltikus mozgás, valamint a kiválasztó, a keringési és a légzőszervek hiánya bizonyos evolúciós visszafejlődést mutat (Silvere és Stein-Margolina 1976 cit. Boczek és Griffiths 1994).

A tudomány számára leírt eriophyoid fajok mennyisége évről évre növekszik. Ez a tendencia jól látható a különböző szerzők által megállapított fajszámok esetében is. Farkas leírása (1966a) szerint a világon a gubacsatkáknak mintegy 1000 faja ismeretes, hazánk területén pedig 249 faj, 20 alfaj és 2 változat fordul elő. Dudich és Loksa (1969) alapján a négylábú atkáknak szintén 1000 faját ismerjük, amelyből Magyarországon 250 él. Davis és munkatársai 1982-ben a leírt eriophyoidák számát már több mint 1850-re becsülték. Boczek és Griffiths 1994-ben az Eriophyoidea öregcsalád 224 nemének 2400 faját említi, amely feltételezésük szerint nem több mint 5-10 %-a világ levél-, rügy- és gubacsatka faunájának. Boczek 1998-as közlése alapján, ma már több mint 3300 Eriophyoidea atkát ismerünk. Feltételezése szerint ez a mennyiség azonban a valódi fajszámnak csak 1-2 %-át jelentheti.

Farkas felmérése (1966a) óta a magyarországi fauna ismerete is jelentősen bővült, Ripka (1997) például további 27, hazánkban új, dendrofil fajt határozott meg.

2.3. Tápnövény és kártétel

2.3.1. Az Eriophyoidea fajok tápnövényei

A trópusoktól az északi sarkkörig számos növény tartozik az eriophyoid fajok táplálékkörébe (Jeppson et al. 1975). Egyedeik a nyitva- és zárvatermőkön egyaránt megtalálhatók (Silvere és Stein-Margolina 1976 cit. Boczek és Griffiths 1994). Többségük általános tulajdonsága a kevésbé széles tápnövénykör – különösen a kétszikű növényeken – amit részben a csoport ősi származása indokol (Jeppson et al. 1975). Nagyobb részük tehát gazdanövény-specialista (Farkas 1966a, Boczek et al. 1989), és csak néhányuk sorolható a polifágok közé (Silvere és Stein-Margolina 1976 cit. Boczek és Griffiths 1994).

2.3.2. Az Aculus schlechtendali tápnövényei

Az almaterméseűek levélatkáját Nalepa (1890) először *Phyllocoptes schlechtendali* néven írta le, és Schlechtendal megfigyelései alapján az alma és a körte kártevői közé sorolta. Jeppson és munkatársai (1975) szerint a megállapított tápnövénykör azonban valószínűleg téves, mivel a körtén a faj sosem fordul elő Kaliforniában. Keifer (1946) leírásában a kártevő *Vasates malivagrans* néven szintén csak az alma károsítójaként szerepel.

A *Phyllocoptes schlechtendali* magyarországi és angliai előfordulásáról a *Malus* és *Pyrus* fajokon Balás már 1939-ben beszámolt. Balás (1939, 1963, 1966), illetve Balás és Sáringer (1982) alapján az almaterméseűek levélatkája körtén, vad és nemes almákon, díszfákon, a *Malus baccata*, a *Malus baccata var. jacki*, a *Malus baccata var. maxima*, a *Malus pumila var. niedzvedzkyana* és a *Malus ringo* levelein figyelhető meg. Ezzel szemben, Bognár (1964) a *Phyllocoptes schlechtendali* egyedeit a szilván, a *Phyllocoptes fockeui* Nalepa és Trouessart mellett azonosította, és szerinte a faj szinte minden *Prunus*-félén megtalálható hazánkban.

Easterbrook (1979) az almaterméseűek levélatkáját csak a termesztett almafajtákon, néhány *Malus* nembe tartozó kertészeti növényen és körtefajtán találta közönségesnek. Tapasztalatai alapján a kártevő más növényekre, például meggyre vagy galagonyára áthelyezve néhány nap alatt elpusztul. Amrine és Stasny (1994) katalógusa szerint az *Aculus schlechtendali* fő gazdanövénye a *Malus x-domestica*, alternatív tápnövényei pedig a *Malus sylvestris* és a *Pyrus communis*. Farkas (1965) gazdaként a *Pyrus malus*[4] és a *Pyrus communis* növényeket sorolta fel. Davis és munkatársai (1982) az *Aculus schlechtendali* előfordulását a *Malus domestica*, a *Malus adstringens*, a *Malus sylvestris*, és a *Pyrus communis* levelein említik.

Kozlowski (1980), valamint Kozlowski és Boczek (1987a) vizsgálataiban az almaterméseűek levélatkája a *Malus domestica* levelein volt közönséges, bár egyéb *Malus* fajokon is előfordult. A kártevő különböző körtefajták és almások közvetlen szomszédságában, kis számban a *Cydonia* fajokon is megjelent (Kozlowski 1980, Kozlowski és Boczek 1987a). Kozlowski és Boczek (1987a) felméréseiben viszont a Pomoideae, Prunoideae, Rosoideae és Spireoideae alcsaládok tagjain nem volt megtalálható. Egyedszáma csak a *Malus domestica*, a *Malus silvestris* és a *Malus ringo fastigiata bifera* levelein haladta meg a 20 atka/cm^2 értéket. A *Malus magdeburgensis*, a *Malus pumilia x niedzwetzkyana*, a *Malus x stratae*, a *Malus wilson*, a *Malus zumi v. calocarpa* levelein az egyedsűrűség 1 és 20 db/cm^2 között maradt. A legkisebb népességet a *Malus baccata*, a *Malus x purpurea* és változatai, a *Malus floribunda*, a *Malus hartwigii*, a *Malus sublobata* a *Malus toringoides* és a *Pyrus communis* esetében tapasztalták.

---

[4] Syn.: *Malus domestica*

2.3.3. Az Eriophyoidea fajok kártétele

Az Eriophyoidea öregcsalád tagjai gubacs-, rügy- és levélatkákként, valamint „himlőképzőkként” ismertek (Jeppson et al. 1975). Nedvdús szöveteken, többnyire zöld részeken táplálkoznak (Jeppson et al. 1975), bár a gyökerek kivételével a növények bármely részén előfordulhatnak (Boczek és Griffiths 1994).

A gazda-kártevő kapcsolatban az eriophyoidák a biokémiai összetétel és a fiziológiás folyamatok megváltoztatásával hatnak a tápnövényre (Boczek és Griffiths 1994). Pataki (1994) az atkákat a sebző-szívó szájszervű kártevők közé sorolja, amelyek csak az epidermiszt és esetleg az ahhoz közeli sejteket sértik fel a táplálkozásuk folyamán. Farkas (1966a) szerint az Eriophyidae fajok ritkán okozzák a tápnövény teljes pusztulását, de a károsítás mértéke igen jelentős lehet. Ezzel szemben, Jeppson és munkatársainak (1975) megfigyeléseiben egyes gubacsatkák szúrása nem pusztította a szöveteket. Sőt, nyáluk befecskendezése elősegítette az adott növényrész nedvbőségét, és növelte annak élettartamát. A szúrószervek penetrációjának mértéke a kártétellel nem mutatatott szignifikáns kapcsolatot, és a szövetek elváltozását csak a nyál kémiai anyagai idézték elő. A szúrás során bekövetkező kártétel hiányát számos faj vírusátvitele is igazolja, mivel a fertőzéshez az átszúrt sejteknek életben kell maradniuk (Jeppson et al. 1975). Bizonyos eriophyoidák növényi vírusok, gombák, és baktériumok terjesztésében betöltött szerepéről Boczek és munkatársai (1989), valamint Boczek és Griffiths (1994) is beszámolnak, de mycoplasma vektorként csak egy fajt tartanak számon.

2.3.4. Az Aculus schlechtendali kártétele

Farkas (1966a) szerint a Phyllocoptinae alcsaládba tartozó fajok – így az *Aculus schlechtendali* is – szinte kivétel nélkül szabadon élők, és a levelek barnás, ezüstös-ólomszínű színeződését, valamint idő előtti lehullását idézik elő (Farkas 1966a). Jeppson és munkatársai (1975) az *Aculus* nem tagjait a növények számára károsabb emésztő enzimekkel rendelkező levélatkák között tartják nyilván.

Balás (1939) a *Phyllocoptes schlechtendali* által károsított körtefákat a levelek színének megváltozásával és kanalasodásával, továbbá a korai, július végén fokozódó lombvesztéssel jellemezte. A felkopaszodott hajtások sötétebbek, ízközeik rövidebbek voltak. A faj károsítása a levelek fejlődését és a hajtások növekedését is gátolta. Az egészséges és fertőzött levelek méretbeli különbségei a már rügyekben megkezdődő károsítás következtében fejlődtek ki.

Balás 1939-es közleménye alapján a faj a körtén ritkán és gazdasági jelentőség nélkül fordult elő Angliában, az almán viszont nagyobb egyedszámban és kártétellel jelentkezett. Balás (1963, 1966), illetve Balás és Sáringer (1982) megfigyelései szerint a *Phyllocoptes schlechtendali* hazánkban a körtét károsítja erősebben, de az almán is megtalálható.

Tavasszal a kikelt protogyn nemzedékek a levélfonák epidermisz-sejtjeit szívogatva táplálkoznak (Easterbrook 1979, 1984, Easterbrook és Solomon 1983, Schliesske 1985, Easterbrook és Fuller 1986). A pirosbimbós állapot végére a populáció nagy része a levelekre vonul, és a későbbiekben az *Aculus schlechtendali* egyedei a virágokon is megfigyelhetők. Virágzás idején tehát a csészeleveleket és a gyümölcskezdeményeket is megtámadják, de május végétől, június közepétől eltűnnek a gyümölcsök felületéről (Easterbrook 1979, 1984, 1996, Easterbrook és Solomon 1983, Easterbrook és Fuller 1986). Easterbrook és Fuller (1986), valamint Easterbrook és Solomon (1983) szignifikáns összefüggést tapasztalt a gyümölcskezdeményeken táplálkozó atkák egyedszáma és a csészelevelek csúcsán, valamint az alma termésének felületén látható rozsdabarna szívásnyomok mennyisége között. A szövettani vizsgálatok kimutatták, hogy májusban és júniusban az atkák a „virágvacok" felületén az epidermális sejteket károsítják, és ez vezet a későbbi rozsdabarna tünetek kifejlődéséhez.

Erősebb fertőzéskor az *Aculus schlechtendali* legszembetűnőbb kártétele, hogy a levelek kisebbek maradnak, a fonákon barnásvörösre színeződnek, bőrszerűvé és ezüstössé válnak, a szárazság okozta tünetekhez hasonlóan hosszirányban sodródnak (Balás 1963, 1966, Herbert 1974, Jeppson et al. 1975, Kozlowski 1980, Balás és Sáringer 1982, Schliesske 1992, Easterbrook 1996). Nagy egyedsűrűség esetén, a károsítás hatására a levelek elbarnulnak, és főként a fiatalabbak nyárközepén, július végén lehullanak (Balás 1963, 1966, Kozlowski 1980, Balás és Sáringer 1982, Schliesske 1992, Easterbrook 1996). Boczek (1961, 1966, 1970 cit. Kozlowski 1980) a viszonylag korai lombvesztést azonban ősszel tapasztalta. Megfigyelései szerint az almaterméűek levélatkájának táplálkozásával világos pontok alakulnak ki a levélen, amelyek idővel vírusos mozaiktünetekhez hasonlítanak. A foltok a továbbiakban barnává, a levelek fénytelenné és fakóvá válnak. Lengyelországban Kozlowski (1980) az első tüneteket, a világos foltok megjelenését június közepén tapasztalta a fonákon, 10 db/cm^2 egyedsűrűségnél (50-80 egyed/levél). Az elszíntelenedett részek barnulása 60 levélatka/cm^2 fertőzöttségnél (350-380 egyed/levél) jelentkezett. Strapazzon és Monta (1998) felméréseiben az *Aculus schlechtendali* 50 egyed/cm^2 gyakoriságnál a levelek deformációját okozta. Easterbrook (1996) szerint a kártétel első tüneteinek megjelenése – az egyedsűrűség mellett – az alma fajtájától és az időjárási körülményektől függően változik, és általában júliusban a leggyakoribb. Kozlowski (1997) a sejtkárosítás mértékét elsősorban az atkák egyedszámától és a táplálkozás időtartamától tette függővé. Funayama és Takahasi (1992a) megfigyelései alapján az *Aculus schlechtendali* kártételét a levelek növekedési állapota is jelentősen befolyásolja. Svájcban Hohn és Hopli (1990) a faj gazdasági küszöbértékét a virágzást követően 200-300 egyed/levél mennyiségben határozta meg.

Kozlowski és Zielinska (1997) kimutatta, hogy az *Aculus schlechtendali* táplálkozása során az alma levelei citológiai változásokon mentek keresztül. Az epidermisz alsóbb rétegei és a szivacsos

parenchima károsodást szenvednek, de az oszlopos parenchimában és az epidermisz felsőbb sejtrétegeiben nem történik elváltozás.

Kozlowski (1980) megállapította, hogy az almatermésűek levélatkájának növekvő egyedszámával a tápnövény párologtatása szignifikánsan növekszik, és a kártétel a fotoszintézis intenzitását befolyásolja. Kísérleteiben az egyedsűrűség növelésével a fotoszintézis mértéke szignifikánsan csökkenő tendenciát mutatott: 40 egyed/cm^2-nél 27-31 %-kal, e felett pedig 43-58 %-kal csökkent. Ezzel szemben, Spieser és munkatársai (1998a, 1998b) szignifikánsan negatív kapcsolatot tapasztaltak a levél károsodásának mértéke és a széndioxid kibocsátás, valamint a párologtatás között. A táplálkozás során a chelicerák többszörös, szúrt sérüléseket okoznak az epidermális sejteken, így az epidermisz és a szivacsos parenchima kiszárad. A károsodott levelek csökkent gáz- és párakibocsátását ezért feltehetően a légcserenyílások működésének meghibásodása, és a szivacsos parenchima gázcseréjének problémái indokolják.

Spieser és munkatársai (1998a) szerint az erős fertőzés következtében az alma termése kevésbé színeződik, szárazanyag- és cukortartalma kisebb. A virágkötődésben ugyancsak csökkenés figyelhető meg. Easterbrook és Palmer (1996) azonban a levelenként számlált több száz egyed ellenére sem nem talált tiszta bizonyítékot arra, hogy az *Aculus schlechtendali* táplálkozása gátolná a kezdeti gyümölcskötődést. Hoyt (1969) az egyedsűrűségtől függő negatív hatást a termések méretében észlelte: a levelenként 300 atkát meghaladó egyedszám esetén feltűnően kis gyümölcsök fejlődtek.

Kozlowski és Kozlowska (1998) a hajtások növekedésében tapasztalt szignifikáns rendellenességet. Kísérleteikben a nagy számú kártevő a hajtások hosszirányú megnyúlását csökkentette, különösen az apikálisokét, de kis egyedszámban a táplálkozás stimulálta a növekedést. A hajtások megnyúlásának mértéke az egyedsűrűségtől, az alma fajtájától és a megfigyelés időpontjától függött.

2.4. Morfológia

2.4.1. Az Eriophyoidea fajok általános morfológiája

Az Eriophyoidea öregcsalád tagjai alapvetően féregszerűek, szabad szemmel többnyire nem láthatók, 1/10-1/3 milliméter hosszúságúak (Jeppson et al. 1975), 80-320 μm-esek (Dudich és Loksa 1969). Az eriophyoid fajok testfelépítése az evolúció során nagy mértékű redukción ment keresztül. Ennek során bizonyos testrészek elvesztek, mint például a hátsó négy láb és a test szinte összes sertéje. A szájszerv alapvető szerkezete ugyan megmaradt, de minden részében módosult. A cephalothorax a tipikus lábhordó rész maradványa lett (Jeppson et al. 1975). Farkas (1966b) szerint a testrészek eltűnése eredetileg a mikroélőhelyekhez való alkalmazkodás része volt, amelyek közül a gubacsok bizonyultak a legmegfelelőbbnek. Azok a képességek és morfológiai sajátosságok

viszont, amelyek birtokában egyes fajok a szabadban is élhetnek, egymástól függetlenül alakultak ki (Jeppson et al. 1975).

Az Eriophyoidea fajok nem rendelkeznek szemekkel (Dudich és Loksa 1969, Jeppson et al. 1975), de a laterális pajzs határán néhány kerekded kiszögelés fényreceptorokra enged következtetni (Jeppson et al. 1975). A tracheák és a légzőnyílások szintén hiányoznak (Dudich és Loksa 1969, Jeppson et al. 1975). Az oxigén felvétele az epidermiszen keresztül történik, bár a megkötő vegyületek még ismeretlenek (Jeppson et al. 1975).

A propodosomális[5], pajzs általában háromszög alakú, és a hátoldalon található. Sertéinek megléte, elhelyezkedése, iránya és mérete fontos határozóbélyeg. Azokon a rügy- és gubacsatkákon, amelyek elkülönült környezetben élnek – kevés kivételtől eltekintve – a dorzális pajzs többnyire kicsi és a gnathosoma fölé nyúló frontális lebeny hiányzik. A szabad életmódhoz alkalmazkodott levélatkákon viszont a pajzs elülső kitüremkedése jól látható, és szinte mindig széles alappal, mereven rögzült (Keifer 1969, Jeppson et al. 1975, Schevtchenko 1982 cit. Boczek és Griffiths 1994). Az elülső pajzslebenyek az esetek többségében a hysterosoma[6] széles, keresztirányú hátlemezeivel, azaz tergiteivel[7] párosulnak. A gubacsatkáknál a széles alapú frontális lebenyek annak bizonyítékai, hogy az adott faj a korábbi szabad életmódról tért vissza a gubacsképzéshez (Keifer 1969).

A fejtor elején látható a rövid rostrum[8], amely az alsó részükön összenőtt állkapcsokból (maxilla) és az azokat körülvevő állkapcsi tapogatókból (palpus) áll. Az állkapcsok felső része vályúszerű mélyedést alkot, amelyben a frontális nyúlvány alatt a két enyhén hajlított és tüskeszerűen módosult csáprágó (chelicera) foglal helyet (Farkas 1966a). A rostrumot minden oldalról tapogatólábak (pedipalpus), illetve szájérzékelők veszik körül. A két pedipalpus független cselekvésekre, sőt „kúszó” mozgásra is képes. Ízeik a táplálkozás folyamán, a szúrószervek áthatolásakor összetolhatók vagy visszahajlíthatók. A pedipalpusok a száj szúró elemeit egy elülső barázdában, illetve hüvelyben tartják. E vájat a tapogatólábak tövétől előrefelé nyílik. A tapogatólábak felépítésében az alapi rész ventrálisan az elülső csípők előtt fekszik, és a garatszivattyút tartalmazza. A második rész a pajzstól előre vagy ferdén lefelé irányul, és a frontális lebeny alatt helyezkedik el. Ennek felső harmadán egy rövid, középre álló serte található, amely a chelicerális vájatot keresztezi, és segít a chelicerális szuronyok irányításában. A harmadik vagy közbülső tapogatórész egy végállású sertét hordoz, amelyet a negyedik, az utolsó íz követ. Az utolsó ízek szívócsészét formáznak, így valószínűleg a szúró elemek behatolásához nyújtanak mechanikai

---

[5] Syn.: cephalothoracikus, dorzális pajzs

[6] Syn.: abdomen, opisthosoma, „potroh”

[7] Syn: dorzális annulus

[8] Syn.: gnathosoma

segítséget (Jeppson et al. 1975). Az eriophyoid atkák esetében a gnathosoma öt szúró elemet tartalmaz. Az első két szúrószerv feltehetően a chelicera. Ezek egymáshoz közel fekszenek, de teljes hosszukban elkülönülnek. Mozgásuk a növénybe hatoláskor felváltott. A váltakozó mozgást a „motivátornak" nevezett alapi kiemelkedés laterális rezgése képzi. A szúrószervek az alapi ízesüléstől többnyire csak röviden, előre mozgathatók (Jeppson et al. 1975). Pataki (1994) fitofág atkákról adott általános jellemzése alapján a páros chelicerák egy alap és egy mozgatható ízből állnak, amelyek harántmetszete félkör alakú. Ezek a gnathosoma elején lévő szájnyíláson át előre és hátra mozdíthatók, és összezárva olyan csövet alkotnak, amelyen keresztül a táplálék felszívása lehetővé válik. A legtöbb eriophyoida chelicerája átlagosan 15-40 μm hosszúságú (Eriophyidae, Ashieldophyidae), amelyet a behatolási mélységük határoz meg. Az Eriophyoidea öregcsaládon belül azonban egyes nalepellidák 60, a rhyncaphytoptidák pedig 50-70 μm-es chelicerákkal is rendeznek (Jeppson et al. 1975, Boczek és Griffits 1994). A chelicerák mögött egy velük szinte azonos méretű, második pár szúrószerv is található, de ennek pontos feladata még ismeretlen. A feltételezések szerint a nyálvezeték funkcióját látja el (Jeppson et al. 1975).

A lábak a csípőkhöz (coxae) a propodosoma alján ízesülnek. Az elülső csípők a sternális vonal mentén kapcsolódnak, amennyiben nem különültek el vagy nem olvadtak össze teljesen. A sternális vonal elsősorban belső apodemaként szolgál (Jeppson et al. 1975). A legtöbb eriophyoida lába az atkákra jellemző ízekkel rendelkezik. Esetleges hiányuk, vagy összeolvadásuk azonban taxonómiai jelentőséggel bír. Az elülső pár láb felépítése a hátsókéval mindig megegyező. A lábak ízei a csípőt követően: trochanter (tompor), femur (comb), genu (térd), tibia (lábszár) és tarsus (lábtő vagy lábfej) (Jeppson et al. 1975). A csípőkön három pár serte helyezkedik el. Két pár az elülső és egy pár a hátsó csípőkön található. A tomporon szőrszerű képződmények nincsenek, de a comb ventrális oldalán jellegzetes serte látható. A térd nagy és felső állású sertével rendelkezik. A tibiális serte mindig a lábszár elülső oldalán ered. A lábfej alapi része alatt, a felső oldalon két tarzális serte mutat rézsútosan előre. A legtöbb atkafélétől eltérően, az Eriophyoidea fajoknak valódi „karmaik" nincsenek. A lábtő felső végén eredő, hajlott, gyakran gombos és tagolatlan tarzális függeléket mégis karomnak nevezik, amely valószínűleg érzékelőgumóval is rendelkezik. A „tollas" karom, amely valójában igazi empodium, a lábfej végén ízesül és kapaszkodó funkciót lát el. Sugarai többnyire másodlagosan is osztottak az utolsók kivételével. A sugarak száma változatos, a középső száron oldalanként 2-10, esetleg ennél több található. Az eriophyoidák nagy részénél számuk általában 4. Az empodium formája egyszerű vagy osztott, amely a taxonómiai besorolásban bír jelentőséggel (Jeppson et al. 1975).

Az Eriophyidae fajoknál a potroh gyűrűzött, de ez a belső szervekkel nincs kapcsolatban, csupán szilárdításul és az izmok tapadási helyéül szolgál. A potrohot vékony, rugalmas, dudorokkal vagy tüskékkel díszített kitinréteg borítja. A kitinréteg egyenletesen gyűrűzött (Eriophyinae), illetve a

hátoldali gyűrűk egy része szélesebb tergiteket alkotva összeolvadt (Phyllocoptinae). A potroh félkör alakú páros faroklemezekben végződik, és a hasoldali serték támasztják alá (Farkas 1966a). A hysterosoma olyan alapvető testrész, amely megnyúlt, féregszerű benyomást kölcsönöz az Eriophyoidea fajoknak. Ez különösen a mikrokörnyezetekben (gubacsokban) élő atkákra igaz. A szabad életmódú eriophyoidák alakjára – amely sokszor bordákkal és barázdákkal formázott – kevésbé jellemző. A hysterosoma keresztirányú felületi gyűrűzöttsége valószínűleg az elkülönült élőhelyekhez való alkalmazkodás eredménye (Jeppson et al. 1975). A rügy- és gubacsatkák felületi gyűrűi keskenyek és dorzoventrálisan hasonlók. A szabadon élő levélatkák esetében azonban szélesebb hátoldali lemezek tapasztalhatók (Farkas 1966a, Jeppson et al. 1975, Schevtchenko 1982 cit. Boczek és Griffiths 1994), amelyek minden bizonnyal a kiszáradás elleni védelmet szolgálják (Jeppson et al. 1975). A könnyebb morfológiai és taxonómiai leírások végett a hysterosoma két részre osztható. A dorzális pajzs határától a harmadik ventrális sertéig terjedő területet thanosomának nevezik, amelyet a terminális lebenyig a telosoma követ (Jeppson et al. 1975).

Az abdominális gyűrűket díszítő mikrotuberkulumok alapvonala kerekded, megnyúlt vagy ovális. Kifelé azonban e képződmények simák, lekerekítettek, hegyesek, sőt tövist, illetve rövid serteszerű kitüremkedést alkotók is lehetnek. A mikrotuberkulumok a telosomán gyakran a gyűrűk határán is túlnyúlnak. Feltételezések szerint a mikrotuberkulomok jelenléte vagy hiánya a test és környezetének vízcseréjével áll kapcsolatban. A lédús szöveteken táplálkozó, gubacsokban vagy fedett környezetben elő egyedek ezeken keresztül végzik a vízleadást. A részlegesen vagy teljesen szabadon élő atkáknál viszont a „vízmegtartó” módosulások jelentősebbek (Jeppson et al. 1975). Hátoldalukon ezért a gyűrűk granuláltsága visszafejlődött vagy eltűnt (Jeppson et al. 1975, Schevtchenko 1982 cit. Boczek és Griffiths 1994). Hasonló különbségek tapasztalhatók a deuterogyniával rendelkező fajok protogyn és deutogyn alakja között is (Jeppson et al. 1975).

Az Eriophyoidea fajokon az alapvető thanosomális serteszám a genitális sertékkel együtt négy pár. Közülük az elsők, a laterális elhelyezkedésű oldalserték. Ezek kissé a test középvonala alatt, a pajzsot követő 5-12. gyűrűnél erednek, és felfelé vagy a genitális serték mögé mutatnak. Az első ventrális serték, amelyek általában a leghosszabbak, a thanosoma középpontja előtt, a laterális sertéknél lejjebb találhatók. A második ventrális serték a hasoldali középvonalhoz közelebb, a thanosoma 3/5-énél fekszenek. Hosszuk a legrövidebb a ventrális szőrszerű képződmények közül. A középhosszú harmadik ventrális vagy telosomális sertepár a telosoma első gyűrűjén található. Az igen hosszú farokserték pedig a terminális lebenyek előtt helyezkednek el. Közöttük két rövid, járulékos serte is megfigyelhető általában (Jeppson et al. 1975).

Az ivartájék a test középén, az abdomen elülső végén, közvetlenül a csípők mögött látható. Két genitális sertéje az oldalsó ivari szögletek mögött ered. A ventrális gyűrűk elcsúszott helyzete azt mutatja, hogy az eriophyoidák külső ivarszerve a nimfastádiumot követő nyugalmi szakaszban a

testfalon keresztül jelenik meg. A hasoldali gyűrűk így az ivartájék elé és mögé tömörülnek. A kifejlett egyedeken általában 4-7 gyűrű számlálható a csípő és a genitália között, és a genitális sertepár a test középvonala mellett, a csípőket követő 6-12. gyűrűnél helyezkedik el (Jeppson et al. 1975).

A hímek genitáliája ív alakú vagy előrefelé konvex, tompaszöget bezáró hasadék (Farkas 1966a, Jeppson et al. 1975). Harántirányban nyílik és közvetlenül a csípők mögött, a genitális serték előtt található. Felületén, a harántnyílás mögött egy-egy érzékelő szemölcs foglal helyet a ventrális középvonal két oldalán (Jeppson et al. 1975). A hímek ivarvezetékének csőszerű nyúlványa csak a párosodás alkalmával látható (Farkas 1966a). A nőstények külső ivarszerve egy változó nagyságú nyílásból, valamint az azt borító alsó és felső fedőlemezekből áll (Farkas 1966a). Kívülről az elülső függesztésű fedőlap öblös lapátot formál, és valószínűleg a sperma felvételét szolgálja a spermatophorákból. Az ivarszerv közvetlenül e lemez mögött, harántirányban nyílik (Jeppson et al. 1975). A genitália alapvető jellegzetessége a belső kitinizált váz. Ez egy központi vonalat alkot, amely a váz elülső részét képező apodemáktól hátrafelé mutat. Ennek végén a páros spermatheca található, amelynek zsákos szerkezete oldalirányban, vezetékeinek végén látható (Jeppson et al. 1975).

2.4.1.1. Az Eriophyoidea fajok petéinek, lárváinak és nimfáinak alaktani jellemzői

Az érett peték átmérője a kifejlett egyedek szélességével szinte megegyező, így azok a lerakás során jelentősen összenyomódnak (Jeppson et al. 1975). A tojásokat a nőstények többnyire a levelekre, illetve a rügyek mentén helyezik el. Alakjuk általában gömbölyded vagy elliptikus, néhány levélatkánál pedig lapított (Jeppson et al. 1975, Manson és Oldfield 1996). A peték gyakran színtelenek vagy áttetszőek, méretük apró, átmérőjük 20-60 μm-es (Manson és Oldfield 1996).

A lárvák és a nimfák megjelenésükben az adulthoz hasonlóak, de méretük kisebb és külső ivarszervük hiányzik. További különbségek tapasztalhatók a dorzális és ventrális gyűrűk számában, a prodorzális pajzs mintázatában és sertéinek irányában, valamint a mikrotuberkulumok mennyiségében (Manson és Oldfield (1996).

Farkas (1966a) szerint a nimfastádiumokban a kifejlett egyedektől eltérő életmód vagy lárvakori szerv nem tapasztalható. A genitális serték azonban csak a második nimfaállapottól (a nimfánál) láthatók. A Phyllocoptinae alcsalád tagjainak „potrohja” az első nimfastádiumban (lárvastádiumban) még egyenletesen gyűrűzött. A hátoldali gyűrűk részleges összeolvadása ugyanis csak a másodikban kezdődik.

Jeppson és munkatársai (1975) a két nimfastádiumot a külső ivarszerv hiánya, a mikrotuberkulumok mennyisége és a test mérete alapján különböztették meg a kifejlett alaktól. Farkas (1966a) megállapításával ellentétben, a genitális serték jelenlétét mindkét nimfaállapotban

megfigyelték. Tapasztalataik szerint a második nimfastádium egyedei az adulthoz igen hasonlóak, de a sertéik irányát és a mikrotuberkulumokat tekintve mégsem azonosak. Az első nimfastádiumban a sajátos gyűrűzöttség és a kifejlett atkáktól eltérő sertézettség többnyire a hátoldalon mutatkozik. Az Eriophyoidea öregcsaládban az első stádiumú nimfák (lárvák) dorzális sertéinek tuberkulumjai mindig a pajzshatár előtt erednek, és a hátoldal felé vagy előre mutatnak. A vedlés során e serték újrarendeződése azokon a fajokon jelentős, amelyek pajzshatáron lévő és hátramutató sertékkel rendelkeznek a következő egyedfejlődési szakaszokban. Az eriophyoid nimfákon a mikrotuberkulumoknál tapasztalható változatosság minden bizonnyal a kültakarón keresztül történő vízcserében játszik szerepet. Jelentősége azonban az ivarérettség előtti fejlődési szakaszokban lényegesen kisebb, hiszen azok csak rövid ideig tartanak (Jeppson et al. 1975).

Lindquist (1996) szerint az Eriophyoidea fajok kifejletlen egyedei általában a kifejlett alakra jellemző összes sertével és függelékkel rendelkeznek, de a Claparéde-szerv és a genitális szemölcsök még hiányoznak. Véleménye alapján a lárvák és a nimfák az adulttól az ivarszerv hiányában, és az ivarnyílás kezdeményeiben térnek el következetesen. A fejletlen stádiumok között viszont nincsenek olyan megbízható morfológiai különbségek, amelyek alapján elkülöníthetnénk azokat. Ehhez csak a testrészek méretbeli eltérései nyújtanak némi segítséget.

2.4.1.2. A protogyn és deutogyn alak közti morfológiai eltérések

A protogyn és deutogyn kifejezések csak a kifejlett egyedekre alkalmazhatók, ugyanis az első és második nimfastádiumban a két alak azonosítása még nem lehetséges (Jeppson et al. 1975). A protogyn nőstények külső anatómiája – a genitália kivételével – a hímekével megegyező (Jeppson et al. 1975, Manson és Oldfield 1996). A deutogyn vagy másodlagos nőstények viszont a protogyn egyedektől és hímektől egyaránt különböznek. Legszembetűnőbb eltéréseik a mikrotuberkulumok esetében jelentkeznek, amelyek mennyisége lényegesen kevesebb, vagy alakja különböző a deutogyn egyedeken (Jeppson et al. 1975). Krantz és Ehrensing (1990 cit. Manson és Oldfield 1996) a mikrotuberkulumok eltűnésének, illetve módosulásának okát a test vízkészletének megőrzésében látja a kutikulán keresztül történő vízvesztéssel szemben. A téli formánál a cephalothoracikus pajzs általában kevésbé díszített. Frontális nyúlványa vékonyabb, lefelé erősebben hajlított, és tüskéi hiányozhatnak. A levélatkák deutogyn egyedein a tergitek keskenyebbek, és a nyári formára jellemző gerincek, barázdák vagy kiszögelések többnyire nem láthatók. A két alak sertéinek megléte, helye és iránya, valamint ivartájéka közel azonos, bár a szőrszerű képződmények hossza különbözhet is (Jeppson et al. 1975).

Jeppson és munkatársai (1975) a deuterogyniával jellemezhető Eriophyoidea fajokat az áttelelő típus alapján négy csoportba osztották:

1.) A deutogyn alaknál az abdomen minden lemeze mikrotuberkulumokkal erősen borított, amelyek egymástól mért távolsága a protogyn egyedeken tapasztalt értékeknél nagyobb.
2.) A test az egész abdomen felületén mikrotuberkulumokkal fedett. A szemcsézettség azonban gyengébb, különösen a dorzális oldalon, ahol a kiemelkedések elvékonyodók. Ezek a fajok tipikusan az oldalrügyeknél, vagy rügycsoportoknál telelnek. Túlélésük részben a tömeges jelenlétüktől függ a mélyedésekben.
3.) A deutogyn alak abdominális gyűrűinek csak az alsó részen láthatók mikrotuberkulumok. Ezek a fajok késő nyáron vagy kora ősszel hagyják el a táplálkozásra és szaporodásra alkalmas élőhelyeket, és a nyugalmi időszakot a száraz kéregrepedésekben töltik.
4.) A deutogyn egyedek a gubacsokat és leveleket a forró nyári hónapok alatt hagyják el. Először egy nyári (aestivatio), majd egy téli nyugváson (hibernatio) esnek keresztül mielőtt újra aktivizálódnának. A nyugalmi időszak alatt a rügyek szőrzetének tömegében és a száraz kéregrepedésekben egyaránt megtalálhatók. A csoport legjellegzetesebb tulajdonsága, hogy az abdomen gyűrűin a mikrotuberkulumoknak szinte teljes hiánya látható. Csupán a ventrális oldalon fordul elő néhány megnyúlt, telosomális mikrotuberkulum (Jeppson et al. 1975).

2.4.2. Az Aculus schlechtendali morfológiája

Boczek és munkatársai (1989) szerint az Eriophyidae család a határozott vonalú pajzs, a hátsó helyzetű két dorzális serte és a rövid, törés nélküli chelicherák alapján különböztethető meg más Eriophyoidae családoktól. Alcsaládjai az Aberoptinae, a Nothopodinae, a Cecidophyinae, az Eriophyinae, és a Phyllocoptinae.
Az *Aculus* nemet tartalmazó Phyllocoptinae alcsalád jellemző morfológiai tulajdonsága a tarsustól elkülönült tibia, az általában meglévő tibiális serték, a dorzális tuberkulum és sertéjének jelenléte, a csípő és a genitália elkülönültsége, a mérsékelten hosszú strenális vonal, a csípők gyakori szemcsézettsége és a nőstények különböző rajzolatú, bordázott ivari fedőlemeze. Az ide tartozó fajok opisthosomája szélesebb tergitekre és keskenyebb sternitekre osztott. A sternitek száma a hátoldali lemezekének általában több mint másfélszerese. Ezzel szemben, ha számuk közel azonos, akkor a pajzslebeny laterálisan kiszélesedett, vagy a tergitek dorzális lebennyel rendelkeznek (Boczek et al. 1989). Jeppson és munkatársai (1975) szerint a Phyllocoptinae alcsaládra a kiugró, széles alapú frontális nyúlvány jellemző. Tagjai különböznek a fedett élőhelyek eriophyoid atkáitól, ugyanis a nyitott életmód, a felső védelem hiánya a rostrumot védő frontális lebeny és a szélesebb tergitek kialakulását eredményezte.
Az *Aculus* Keifer genus a levélbarnulást okozó, vagrant levélatkák meglehetősen nagy fajszámú nemét alkotja (Jeppson et al. 1975). Tagjait korábban a *Vasates* Shimer fajok közé sorolták. Az *Aculus* fajok azonban a frontális lebeny alján eredő, párosan előrenyúló kettő vagy négy parányi

tüske segítségével elkülöníthetők (Keifer 1959, Jeppson et al. 1975). Továbbá a *Vasates* genus a ferdén befelé és a testvég irányába mutató dorzális serték, valamint a hasonló irányítottságú dorzális tuberkulumok tekintetében is eltér az *Aculus-Aculops* típusú atkáktól (Jeppson et al. 1975). Boczek és munkatársainak (1989) határozó kulcsa szerint a *Vasates*, az *Aculus*, az *Aculops* Keifer, a *Pedaculops* Man., a *Parulops* Man. nemek egyedein a tergitek a sterniteknél mérsékelten szélesebbek, és az elülső csípőket határozott sternum választja el. Keifer (1959) az *Aculus* genus eredeti leírásában a következő morfológiai jellemzőket adja meg: A test orsó alakú és hát-hasi irányban kissé lapított. A rostrum viszonylag kicsi, ferdén lefelé álló. A chelicerák rövidek, majdnem egyenesek. A száj egyéb szúró elemeinek hossza szintén rövid, azok a chelicerák töve alatt visszahajlók. A dorzális pajzs háromszögre hasonlít, és a rostrum felett frontális lebennyel rendelkezik. A protogyn alaknál azon két apró tüske mutat előre. A dorzális tuberkulumok a pajzs hátsó szegélyén hátrafelé és széttartón állnak. A csípőkön három pár sertézett tuberkulum van. A lábakra az általános sertézettség jellemző. Az abdomen szélesebb tergitei a sternitektől elkülönülnek. A nőstények ivari fedőlemeze általában barázdált. A belső apodema hossza és szélessége normális (Keifer 1959).

Az *Aculus schlechtendali* esetében a lerakott tojások 47-53 μm átmérőjűek (Herbert 1974, Manson és Oldfield 1996) és 30 μm hosszúságúak (Herbert 1974). Farkas (1965) és Jenser (1996) jellemzésében az almaterméseűek levélatkájának teste megnyúlt és hengeres. Hátpajzsa sima vagy rajta alig észrevehető vonalak húzódnak. A potrohgyűrűk száma 30, amelyek felülete szintén sima. Az empodium sugarainak száma négy. A nőstény 160 μm hosszú és 50 μm széles. A hím 140 μm-es és szélessége 45 μm. Schliesske (1992) felmérése szerint az *Aculus schlechtendali* teste átlagosan 170 μm hosszú és 53 μm széles. A tergiteinek száma 30, a sterniteké 60-65. A chephalothoracikus pajzs hosszúsága 47 μm, szélessége 52 μm. A dorzális serte 16 μm-es. Az ivari fedőlemez (epigynium) 13 μm széles és 22 μm hosszú. Felületén 10 hosszanti borda látható. Easterbrook (1979) alapján a protogyn nőstények hossza 166-181 μm-ig, a hímeké 142-151 μm –ig terjed. A hátpajzs szélessége 52-61 μm-ig, hosszúsága pedig 47-49 μm-ig változik. A dorzális pajzs felületén, a színtelen vonalakon kívül, számos mikrotuberkulum és két 16 μm-es, hátra irányuló serte található. A nőstények ivari fedőlemeze 13 μm hosszú és 22 μm széles. A hátoldali gyűrűk száma 30-35, a hasoldali lemezeké 61-75. A tergitek és a sternitek mikrotuberkulumokkal borítottak. A tojásokból kikelő, fehér színű protonimfák (lárvák) hossza kezdetben 68 μm, de a fejlődési szakasz végére elérhetik a 104 μm-t is. A proto- és deutonimfa egyedfejlődési stádiumokat elválasztó nimfokrizális nyugalmi szakaszban az egyedek lábaikat szorosan a testhez simítva a levelek fonákján nyugszanak. Idővel színük a deutonimfákra jellemző halvány sárgára változik. A deutonimfák (nimfák) nagysága 104 μm-től körülbelül 124 μm-ig növekszik. A Jeppson és

munkatársai (1975) által adott jellemzésben a faj protogyn egyedei 160-175 µm hosszúságúak. Testük orsó alakú és sárgás színezetű. Dorzális pajzsuk elülső lebenye mérsékelten hegyesedő. A protogyn pajzsa szemcsés vonalakkal mintázott. A nyári alakon a thanosomális tergitek kevésbé határozottak, mikrotuberkulumjaik megnyúltak. A tergitek általában két-két sternitet fednek. A hasoldalon a mikrotuberkulumok gyöngysorszerűek és a gyűrűk határán erednek. A nőstények ivari fedőlapján három granulózus keresztvonal, valamint 8-10 hosszirányú borda látható. Mivel a deutogyn egyedek felépítését még nem tanulmányozták, Jeppson és munkatársai (1975) feltételezik, hogy tulajdonságaik a rokon fajok téli alakjaihoz hasonlóak. A deutogyn forma a protogyn egyedeknél valószínűleg kisebb. Feltehetően dorzális pajzsának mintázata határozatlanabb, frontális lebenye vékonyabb, annak két tüskéje hiányzik, és a hátoldali thanosomális gyűrűk is keskenyebbek.

2.5. Biológia

2.5.1. Az Eriophyoidea fajok életmódja

Az eriophyoid fajok szaporodási folyamatában a hímek nem képesek közvetlenül átadni a spermiumokat. Ebből eredően, a felületekre elegendő számú „spermazsákot", azaz spermatophorát kell rakniuk, hogy a nőstények biztosan megtalálják és felszedjék azokat (Krantz 1970, Jeppson et al. 1975). A spermatophorák általában 40-60 spermiumot tartalmaznak (Oldfield és Newell 1973 cit. Jeppson et el. 1975). Az *Aculus cornutus* (Banks) esetében a nőstények érzékelve a spermatophora közelségét, fölé helyezkednek és valószínűleg a függesztett ivari fedőlap préselő mechanizmusával sajtolják ki a spermiumokat annak tetejére (Jeppson et al. 1975). Oldfield és Newell (1973 cit. Jeppson et al. 1975) vizsgálatai szerint a spermiumok a spermatophorában 2 napig maradnak életben. A protogyn egyedek spermathecájában azonban több napig, a deutogyn alakában pedig több hónapig is megőrzik életképességüket. Az eriophyoid nőstények által naponta lerakott tojások mennyisége 1 és 5 között változó, átlagosan 3-4 darab (Jeppson et al. 1975). A petékből kelő atkák egyedfejlődésében négy stádium különböztethető meg: a tojás, a lárva (nimfa I), a nimfa (nimfa II) és az adult (Farkas 1966a, Jeppson et al. 1975, Manson és Oldfield 1996). A lárva és nimfa, valamint a nimfa és adult állapotok között egy-egy nyugalmi szakasz is megfigyelhető (Manson és Oldfield 1996), amelyeket Sterlich és Goldenberg (1971 cit. Manson és Oldfield 1996) nimfokrizálisnak és imagókrizálisnak nevez. Jeppson és munkatársainak (1975) feltételezése szerint az eriophyoid hímek megtermékenyítetlen, haploid, a nőstények pedig megtermékenyített, teljes kromoszómaszámú (diploid) tojásokból fejlődnek. Ezzel szemben, Oldfield és munkatársai (1970 cit. Jeppson et al. 1975) az *Aculus cornutus* esetében kimutatták, hogy a friss spermatophorákból megtermékenyült nőstények utódai mindkét ivarhoz tartozhatnak, bár a megtermékenyítetlen tojásokból csak hímek kelnek.

Az Eriophyoidea atkák táplálkozása során a szúrószerv növényi szövetekbe vezetése csak a pedipalpus ízeinek összetolódásával, vagy visszahajlásával lehetséges (Jeppson et al. 1975, Nuzzaci 1976a,b, 1979a,b cit. Boczek és Griffiths 1994). Ezt az opisthosoma ívelése és a test anális tapadókkal történő rögzítése előzi meg, amit a chelicerális „pumpa" ritmikus lüktetése követ (Nuzzaci 1976a,b, 1979a,b cit. Boczek és Griffiths 1994). A chelicerális szuronyok felváltott mozgásukkal szúrják át a szöveteket, de mechanikai károsodást általában nem, vagy csak kis mértékben okoznak. A táplálkozás folyamán az atkák a behatolás helyén maradnak. A szúrószervek csak lassan fúródnak a növénybe, mivel szúró stylophorák nincsenek. A chelicherák „ki-be" mozgásának hiányában folyadék sem segíti azok behatolását. Amennyiben a járulékos szuronyok nyálvezető csőként funkcionálnak, akkor hatékony lehetőséggel szolgálhatnak a nyál chelicerák csúcsához való szállításában. A folyékony táplálék felszívását végző szúró elem a garatban lévő (pharyngeális) szívószerv felső és elülső részén függ, és az első négy szúrószerv mögött vezethető a növénybe (Jeppson et al. 1975).

Az Eriophyoidea fajok önerőből nem képesek nagyobb távolságok megtételére, ezért széllel, rovarokkal és madarakkal vitetik magukat. Leghatékonyabb terjesztőik valószínűleg azok a repülő rovarok, amelyek a gazdanövényükkel azonos tápnövényt részesítenek előnyben. Az alapvető terjedési lehetőséget mégis a szél biztosítja számukra. Az Eriophyoidea atkák terjedése igen bizonytalan, és általában csak kis százalékuknak sikerül elérnie a megfelelő élőhelyet. A fajok túlnyomó többsége ezért évelő növényeken él (Jeppson et al. 1975).

2.5.2. A deuterogynia

Az északi, a mérsékelt égövi és a sarkköri területek lombhullató növényein bizonyos Eriophyoidea fajoknál egymástól eltérő nemzedékek figyelhetők meg (Jeppson et al. 1975). Az év kedvező időszakában a gyors felszaporodásra képes, morfológiájukban hímekhez hasonló nőstények találhatók a populációban. Az időjárás és a táplálék elérhetőségének megváltozásával viszont a hímektől eltérő, másodlagos nőstények jelennek meg a kedvezőtlen periódus átvészelésére (Jeppson et al. 1975). A fajon belül a két eltérő felépítésű nőstény jelenlétét deuterogyniának nevezzük (Keifer 1942, Jeppson et al. 1975, Manson és Oldfield 1996). Keifer (1942) az *Oxypleurites aesculifoliae* Keifer esetében a hímekhez igen hasonló nőstényeket primogynnek, az eltérőeket pedig deutogynnek nevezte. Később Keifer (1943) a nyári nőstények jellemzésére a protogyn elnevezés használatát javasolta az etimológiailag rossz primogyn kifejezés helyett.

A deutogyn nőstények megjelenése tavasszal és nyáron is lehetséges. A levélatkáknál e folyamat látszólag a levelek öregedésével áll kapcsolatban. Ennek hatására ugyanis a táplálkozás nehezebbé válik, és csökken a nedvszívás. A késő tavaszi felmelegedések, a kora nyári levélhullás, a nyár közepétől észlelhető „levélöregedés", a nyárvégi levélállapot-változás, valamint a

hőmérsékletcsökkenés miatt megszűnő levélképzés szintén befolyásolja a nyugvó alak előfordulását. A kedvezőtlen körülmények tehát a deutogyn forma megjelenését és nyugalmi állapotát eredményezik. Az erineumokban és gubacsokban a nyugvó alak jelenléte azok beérésétől tapasztalható a telepekben (Jeppson et al. 1975).

A deutogyn egyedek bizonyos táplálkozási időszak után hagyják el a leveleket, és a kéregrepedésekbe, rügypikkelyek alá vándorolnak. A védett helyeken gyakran szorosan zárt csoportokban, mozdulatlanul töltenek néhány hónapot. Életüknek ebben az időszakában fiziológiás és szaporodási diapauzában vannak, amely többnyire a gazdanövény nyugalmi állapotának megszűnésével végződik. Az áttelelt nőstények a tápnövény tavaszi növekedésével érik el a szaporodási érettséget (Jeppson et al. 1975). Jeppson és munkatársai (1975) szerint a deutogyn egyedeknek a tojásrakáshoz a téli lehűlésen, és az azt követő tavaszi felmelegedésen át kell esniük. Tavasszal az áttelelt nőstények egy része a diapauza folyamán a spermathecában raktározott spermiumoktól termékenyül meg, míg mások megtermékenyítés nélkül hímeket hoznak létre (Manson és Oldfield 1996).

2.5.3. Az Aculus schlechtendali biológiája

Az almaterméűek levélatkájának fejlődési nullapontja 9,5 C°. A hőmérséklet mellett azonban a tápnövény állapota a fejlődésében szintén meghatározó (Funayama és Takahasi 1992a). Tavasszal az áttelelt deutogyn nőstények előjövetele rügyfakadáskor kezdődik és általában a virágzás kezdetén végződik (Easterbrook 1979, Kozlowski és Boczek 1987b). A téli nyugalomból felébredt egyedek a zöld rügypikkelyeken, majd a leveleken, a későbbiekben pedig a csészeleveleken és a virágok vacokrészén is táplálkoznak. Tojásrakásukat általában az alma „egérfül" fenológiai szakaszában, rövid táplálkozási időszak után kezdik meg (Easterbrook 1979). Easterbrook (1979, 1984) megfigyelései alapján a deutogyn peteprodukciója 10 C°-on napi 1-2, 16 C°-on pedig 1-3 darab, és élete folyamán 21-27 tojást rak. Kozlowski és Boczek (1989) szerint a hőmérséklet emelkedésével a naponta lerakott peték száma növekszik. Az áttelelt nőstény 13, illetve 18 C°-on összesen 19-23 petét helyez a levelek fonákjára.

Kozlowski és Boczek (1989) vizsgálatai alapján, az első tavaszi generációban csak protogyn nőstények fordulnak elő. A hímek csak a második nemzedékben, a protogyn egyedek által rakott tojásokból kelnek június közepén. Easterbrook (1979) viszont a deutogyn tojásokból a hímek és a protogyn nőstények egyidejű kelését tapasztalta. Megfigyelései szerint a protogyn 10 C°-on 1-3, 16 C°-on 1-4, 22 C°-on pedig 2-7 petét rak naponta, és élete folyamán (22-30 nap alatt) 67-102 tojást helyez a levelekre. A protogyn nőstények nagyobb peteprodukcióját Kozlowski és Boczek (1989) is igazolta. Kísérleteikben a nyári egyedek tojásrakása 13 és 18 C°-on 25 napig tartott.

Az almatermésűek levélatkájának egyedfejlődése pete, protonimfa, nimfokrizális, deutonimfa, imágókrizális és imágó szakaszokon keresztül megy végbe, és posztembrionális fejlődésmenete heterometabólia. A faj egy generációjának kifejlődéséhez 10 C°-on 35, 22 C°-on pedig 22-30 nap szükséges (Easterbrook 1979, 1984). Kozlowski és Boczek (1989) alapján az *Aculus schlechtendali* felszaporodásához a 23-28 C°-os hőmérsékleti intervallum az optimális. Ezen a hőmérsékleten a kizárólag nőstényekből álló populáció az eredeti egyedszám hatvanszorosára, és a 33%-ban hímeket is tartalmazó népesség negyvenszeresére duzzadhat fel egy nemzedék (kb. 20 nap) alatt. A hőmérséklet emelkedésével a protogyn egyedek átlagos élettartama szignifikánsan csökkenő tendenciát mutat. Kozlowski és Boczek (1989) kísérleteiben a leghosszabb élettartam 13 C°-on 56,6, 28 C°-on pedig 33,8 nap volt. Jeppson és munkatársai (1975) szerint a protogyn egyedek átlagosan 30 napig élnek.

A populációkban a deutogyn nőstények újbóli megjelenése június végén, illetve júliusban tapasztalható (Easterbrook 1979, Kozlowski és Boczek 1989, Funayama és Takahasi 1992a, Schliesske 1992). Mivel az almatermésűek levélatkájának a deutogyn alakja telel át, így annak testfelépítése a kedvezőtlen időszak túléléséhez alkalmazkodott (Herbert 1974, Jeppson et al. 1975, Easterbrook 1979). Kozlowski és Boczek (1987b) alapján a deutogyn nőstények a telet diapauzában mozdulatlanul töltik, és tojásrakásuk a tél folyamán nem indukálható. Kültakarójuk kitinizáltsága miatt a vesszők felületén, a növényi szőrök között is telelhetnek (Kozlowski és Boczek 1987b), de többségük a viszonylag védett helyeket, kiálló kéregpikkelyeket, kéregrepedéseket, ágvillákat, sérüléseket, vagy a rügyek és rügypikkelyek alatti réseket választja az átteleléshez (Hoyt 1969, Easterbrook 1979, 1984, Kozlowski 1980, Schliesske 1985, Kozlowski és Boczek 1987b). Az egyedek nagy része csoportosan telel. A csoportosulások a nagyobb túlélési arányt szolgálják a kisebb hőingadozás és a csapadék ellen kifejtett hatékonyabb védelem következtében (Kozlowski és Boczek 1987b). A csoportokban gyakran más atkák, például Tarsonemidae, Tydeidae és Tetranychidae fajok is előfordulnak (Kozlowski 1983). Kozlowski és Boczek (1987b) a legtöbb áttelelő csoportosulást a kéregpikkelyek alatt észlelte. Kevesebb fordult elő a nyugvó rügyekben és a repedésekben, még kevesebb a vesszők felszínén és az ágvillákban. A gyümölcsfákon a csoportok száma az alma fajtájától független volt, de a fiatal növényeken lényegesen kevesebbet találtak. A fiatal almákon a legtöbb egyed az oldalrügyek és a kéregpikkelyek alatt, valamint a vesszők felületén fordult elő (Kozlowski és Boczek 1987b). Az idősebb növényeken viszont a legnépesebb csoportok a kéregpikkelyek alatt, a sebhelyekben és az alvó rügyekben helyezkedtek el. Kevesebb egyed volt az oldalrügyek pikkelylevelei és az oldalrügyek alatt, a kéregrepedésekben és az ágvillákban, illetve a vesszők felszínén. A legkisebb egyedszám az elpusztult és csúcsrügyekben jelentkezett (Easterbrook 1979, Kozlowski és Boczek 1987b). Kozlowski és Boczek (1987b) a fiatal fákon a népesebb csoportosulásokat azzal magyarázza, hogy a vesszők sima felszíne, a kevesebb

repedés és vájat kevesebb telelésre alkalmas helyszínt biztosít. Funayama és Takahasi (1992a) vizsgálataiban a deutogyn elsősorban az egyéves vesszők középső és alsó részén, a rügyek és pikkelyleveleik tövénél, valamint a termőnyársak laza kérge alatt fordult elő. Jeppson és munkatársai (1975) az *Aculus schlechtendali* telelő egyedeit a hajtásvégektől nem messze, az oldalrügyek alatt és a repedésekben figyelték meg.

Az almatermésűek levélatkájának protogyn és deutogyn formái, különböző egyedfejlődési alakjai az Eriophyidae atkákhoz hasonlóan, passzív úton a fertőzött szaporítóanyaggal és a szél, az esőzések, a rovarok és más állatok segítségével terjedhetnek (Kozlowski 1980). Schliesske (1979, 1989) az *Aculus sclechtendali*-val közeli rokonságban lévő és szinte azonos életmódú *Aculus fockeui* terjedésében az ember, a csapadék és a forézis szerepét emelte ki. Az egyedek aktív migrációját csak a tápnövényen belül, a növekvő hajtások alsó részei felől a hajtásvég irányába tapasztalta.

2.5.4. Az Aculus schlechtendali elterjedtsége

Az *Aculus schlechtendali* számos ország gyümölcsöseiben és faiskoláiban előfordul. Elterjedése és gyakorisága az utóbbi években folyamatosan növekszik (Kozlowski 1980, Kozlowski és Boczek 1989). Zacher (1949) szerint a faj fő elterjedési területe Európa és Észak-Amerika. Kozlowski és Boczek (1987a) az almatermésűek levélatkájának európai, észak-amerikai és ausztráliai előfordulásáról számol be, amelyet Keifer (1946), Hoyt (1969), Herbert (1974), Jeppson és munkatársai (1975), Easterbrook (1979), Schliesske (1985), Michel (1988), Hohn és Hopli (1990), Karg (1992), Raudonis (1996), Strapazzon és Monta (1998) adatai is alátámasztanak. Számos szerző az *Aculus schlechtendali* dél-amerikai, afrikai és ázsiai megjelenésére hívja fel a figyelmet. Gonzalez (1985) Chilében, Kadono (1985), illetve Funayama és Takahasi (1992a,b) Japánban, Li Qing és Cai Ru Xi (1996) Kínában, Meyer és Uckermann (1990) Afrikában észlelte a faj jelenlétét. Bayan (1998) az almatermésűek levélatkáját felszaporodása és terjedése alapján már a legkárosabb fitofág atkafajok közé sorolja Libanonban. A faj hazai kártételét először Balás (1939) említi, majd előfordulásáról Balás (1963, 1966), Balás és Sáringer (1982), Dellei és Szendreyné (1989), valamint Ripka és de Lillo (1997) közöl további adatokat. Dellei és Szendreyné (1989) a *Phyllocoptes schlechtendali* előfordulását a Heves megyei almaültetvényeknek 46,5 %-ában tapasztalta.

2.6. Populációdinamika

2.6.1. Az Aculus schlechtendali populációdinamikája

Az áttelelt deutogyn nőstények előjövetele rügyfakadáskor kezdődik (Hoyt 1969, Herbert 1974, Easterbrook 1979, Kozlowski és Boczek 1987b, Funayama és Takahasi 1992a,b), az alma „egérfül" és pirosbimbós állapota között éri el csúcspontját, és általában a virágzás kezdetén végződik (Easterbrook 1979, Kozlowski és Boczek 1987b). A deutogyn egyedek a rügyek fejlődésével szignifikánsan növekvő számban, fokozatosan hagyják el a hibernációs helyeket. A pirosbimbós állapotban az áttelelt atkáknak több mint fele, a virágzás idejére csaknem teljes mennyisége, a sziromhullás végére pedig 100 %-a jön elő (Kozlowski és Boczek 1987b).

Lengyelországban Kozlowski és Boczek (1989) az *Aculus schlechtendali* öt teljes nemzedékét figyelte meg a vegetációs időszakban. Kedvező klimatikus körülmények között néhány hatodik generációhoz tartozó, kifejlett egyed is előfordult a populációkban. Vizsgálataikban a deutogyn nőstények – miután elhagyták a hibernációs helyeket – néhány hetes táplálkozási időszak elteltével a rügyekre és a növekvő levelekre helyezték petéiket. Az első tojások április végén és május elején, az első nimfák pedig május második dekádjában jelentek meg. Az első nemzedéket létrehozó, áttelelt egyedek május végére pusztultak el. Erre az időszakra már számos első generációhoz tartozó, protogyn nőstény is kifejlődött. A hímek június közepén, csak a második nemzedékben a protogynek által lerakott tojásokból keltek. Arányuk a nőstények egyedszámához képest fokozatosan emelkedett, és július végén volt a legnagyobb [1♂:2♀] (Kozlowski és Boczek 1989). A populáció májusban lassan, júniusban gyorsan növekedett. Az egyedszám júliusban érte el csúcspontját [700-1200 egyed/levél] (Kozlowski és Boczek 1987a, 1989). A harmadik nemzedék július elejétől jelentkezett. A 4-6 hétig tartó, viszonylag nagy népesség augusztus első felében hirtelen lecsökkent, majd a csökkenés mérsékelten folytatódott tovább. Az ötödik generáció peterakása augusztus közepén végződött. A hónap második felétől az egyedszámban már csak csekély ingadozás volt tapasztalható. A hímek augusztus végén, szeptember elején pusztultak ki a populációból. A protogyn nőstények szeptember második felében szintén eltűntek a levelekről, míg a deutogyn alak továbbra is jelen volt (Kozlowski és Boczek 1989).

Németországban Karg (1992) az *Aculus schlechtendali* intenzív felszaporodását szintén júniusban tapasztalta, amely június végén, illetve július elején érte el csúcspontját. Július közepétől az egyedszám jelentősen csökkent és augusztusban volt a legalacsonyabb. Szeptember elején a populáció kis mértékben növekedett, majd fokozatosan eltűnt a levelekről. Vogt (1992) németországi felméréseiben az almaterméseűek levélatkájának egyedsűrűsége már június közepén elérte a legnagyobb gyakoriságot, majd a száraz és meleg időjárás következtében igen gyorsan csökkent. Július közepére csak a hajtásvégi fiatal leveleken fordult elő nagyobb egyedszám.

Easterbrook (1979) angliai vizsgálataiban a populáció augusztus közepén, illetve augusztus végén volt a legnagyobb (500-900 egyed/levél).

Kanadában Herbert (1974) a fajnak három nemzedékét tapasztalta évente, és a populáció csúcspontját júliusban figyelte meg. Chant (1959) ugyancsak július elején tapasztalta a legnagyobb egyedsűrűséget (720 db/levél). Villaneuve és Harmsen (1996) Ontarióban végzett felméréseiben az almatermésűek levélatkájának populációja július közepétől augusztus közepéig volt a legnagyobb. Ezt követően a népesség gyorsan csökkent, és szeptember közepére az atkák gyakorlatilag eltűntek az alma leveleiről.

Washington államban Hoyt (1969) két populációs csúcspontot észlelt a vegetációs időszakban. Az első júniusban, illetve júliusban jelentkezett (2000 egyed/levél), a második kisebb mértékű felszaporodás pedig augusztusban vagy szeptemberben volt tapasztalható (Hoyt 1969). Jeppson és munkatársainak (1975) Kaliforniai megfigyelései szerint az *Aculus schlechtendali* népessége a deutogyn alak júliusi megjelenéséig növekszik intenzíven, majd csökken a leveleken.

Funayama és Takahasi (1992a,b) vizsgálatai alapján a populáció június közepén gyorsan gyarapodik, és június végén, illetve július elején éri el csúcspontját Japánban. Ezután az egyedszám hirtelen csökken. Augusztus közepétől a termőnyársakon már nem találhatók levélatkák, de a hajtások felső levelein decemberig még előfordulnak.

Kínában Li Qing és Cai Ru Xi (1996) az *Aculus schlechtendali* populációjának csúcspontját május közepétől június közepéig tapasztalta.

Easterbrook (1979, 1984, 1996), Schliesske (1985, 1992), Kozlowski és Boczek (1989), valamint Funayama és Takahasi (1992a) eredményei szerint a deutogyn alak késő júniusban, illetve júliusban jelenik meg újra a populációkban. Kozlowski és Boczek (1989) alapján, egyedei legkorábban július közepén keresik fel a hibernációs helyeket, de Easterbrook (1979, 1984, 1996) és Schliesske (1985) csak augusztusban tapasztalta a telelőre vonulás kezdetét.

Kozlowski és Boczek (1987a) nemcsak az egyes mintavételi időpontok között, hanem fák koronáján belül is észlelt eltéréseket az egyedsűrűségben. Vizsgálataikban a legnagyobb egyedszám az idősebb fák koronájának felső és külső részein fordult elő. A fiatal, 2-3 éves almafák esetében ilyen különbség nem volt látható. Herbert és Butler (1973) a fák koronájának külső és alsó részein tapasztalt nagyobb egyedsűrűséget, bár szignifikáns különbség nem jelentkezett. Hoyt (1969) a népesség koncentrálódását szintén a külső részeken figyelte meg. Funayama és Takahasi (1992a) felméréseiben, május végén az egyéves vesszőknek az alsó, június után pedig a felső része a volt legfertőzöttebb.

2.6.2. Az Aculus schlechtendali populációdinamikáját befolyásoló abiotikus tényezők

Kozlowski és Boczek (1987b) az almatermésűek levélatkájának 26-50 %-os mortalitását tapasztalta a tél folyamán az almafa fajtájától függetlenül. Nagy mennyiségű (29-36 %) atka pusztult el tavasszal a deutogyn egyedek migrációja során is. Feltételezésük szerint a téli és kora tavaszi mortalitás valószínűleg a kedvezőtlenül alacsony hőmérséklet hatására következett be.

A vegetációs időszakban az *Aculus schlechtendali* egyedszáma és felszaporodásának üteme számos tényezőtől függ, amelyek közülük a hőmérséklet a legfontosabb (Kozlowski és Boczek 1989). Easterbrook (1979) a deutogyn alak előjövetelének ütemét a hőmérséklettől és a rügyek fejlődési állapotától teszi függővé. Kozlowski és Boczek (1989) szerint a hűvös tavaszt követő felmelegedés az atkák gyorsabb fejlődését, nagyobb számú tojásrakását, a lárvák gyorsabb kelését, valamint az egyedfejlődési stádiumok lerövidülését idézi elő. A hőmérséklet emelkedésének hatására növekvő fertilitás a tavaszi egyedszám növekedését eredményezi (Funayama és Takahasi 1992a). Az *Aculus schlechtendali* szaporodásához és fejlődéséhez a 23-28 C°-os környezet az optimális. 38 C°-on a faj már nem tenyészthető. A protogyn egyedek átlagos élettartama a hőmérséklet emelkedésével szignifikánsan csökken (Kozlowski és Boczek 1989). A klíma jelentős lehűlésével pedig az egyes nemzedékek kifejlődéséhez szükséges időtartam, és a tojásrakási időszak növekszik meg (Easterbrook 1979, Kozlowski és Boczek 1989).

Vogt (1992) németországi felméréseiben az *Aculus schlechtendali* egyedszáma a populációs csúcsot követően gyorsan csökkent a száraz és meleg időjárás hatására. Hoyt (1969) Washingtonban a populációk összeomlását nyár közepén tapasztalta a tartósan magas, 35 C°-os hőmérséklet és az alacsony, mintegy 20 %-os páratartalom következményeként. Kaliforniában Jeppson és munkatársai (1975) – kiemelve a relatív légnedvesség jelentőségét – a faj előfordulását csak a partvidéki, magasabb páratartalmú területek almásaiban tapasztalták.

Kozlowski és Boczek (1989) a népességet befolyásoló abiotikus tényezők között az intenzív esőket is felsorolja, amelyek után az egyedszám jelentősen lecsökken. Megfigyeléseik alapján a populáció kismértékű ingadozását augusztus második felében a változó hőmérséklet és a csapadék okozza. Bacsó (1964) más állatcsoportok esetében szintén megállapította, hogy a sokszor hirtelen és bőséges felhőszakadások, a heves záporok elpusztíthatják, illetve talajra vethetik a kisebb kártevőket.

Komlovszky és Bognár (1983), Kozma (1979, 1980, 1983), valamint Kozma és munkatársainak (1995) Tetranychidae fajokon végzett vizsgálatai kimutatták, hogy a klimatikus elemek közül elsősorban a léghőmérséklet, a csapadék, esetenként a relatív páratartalom, továbbá a 15 m/s-nál erősebb légmozgások és ezek gyakorisága módosítja a kártevők egyedszámát.

2.6.3. Az Aculus schlechtendali populációdinamikáját befolyásoló biotikus tényezők

2.6.3.1. A tápnövény szerepe az Aculus schlechtendali populációdinamikájában

A tápnövény populációdinamikára gyakorolt hatását Kozlowski és Boczek (1987b) egyrészt a rügyek fejlődése és az áttelelt nőstények előjövetele között fennálló, szoros lineáris korreláción keresztül tapasztalta. Másrészt az egyedszámnak a kedvező hőmérséklet ellenére bekövetkező, augusztus eleji gyors csökkenését az öregedő levelek táplálkozási állapotában jelentkező változásoknak tulajdonítja (Kozlowski és Boczek 1989).

Az *Aculus schlechtendali* egyedsűrűségében a különböző almafajtáktól függően jelentős eltérések észlelhetők (Herbert 1974, Kozlowski 1995a, Kozlowski és Boczek 1987a, Kozlowski és Kozlowska 1992, Kozlowski et al. 1995). Kozlowski és Boczek (1987a) szerint erre a jelenségre a fajtaspecifikus összetevők jelenléte, illetve az egyes fajtáknak az atkák táplálkozásával szemben mutatott eltérő érzékenysége lehet a magyarázat. Kozlowski (1995b) különböző almafajtákon a lerakott tojások mennyiségében, a tojásrakás ütemében, valamint a kifejlett alakok élettartamában tapasztalt szignifikáns eltérést. Kozlowski és Kozlowska (1997) néhány növényi alkotórész tartalmára négy olyan almafajtán végzett vizsgálatokat, amelyek az almatermésűek levélatkájával szemben eltérő fogékonysággal rendelkeztek. Megfigyeléseik szerint a hosszabb ideig tartó táplálkozás a csökkenő cukortartalomban idézett elő fajtafüggő, szignifikánsan megkülönböztethető változásokat.

Bielak (1979 cit. Kozlowski 1995c) alapján az alma takácsatkákkal szembeni fogékonyságát az epidermisz és a kutikula vastagsága, a növény felületén lévő szőrök mérete és sűrűsége, valamint a légcserenyílások száma befolyásolja. Az *Aculus schlechtendali* esetében a legnagyobb egyedszám azokon a fajtákon található, amelyek levelei rövid szőrzettel sűrűn borították (Kozlowski 1995c).

2.6.3.2. Ragadozó atkafajok szerepe az Aculus schlechtendali természetes szabályozásában

A különböző ragadozó fajok az egyes atkacsoportokkal szemben eltérő preferenciát mutatnak. A *Metaseiulus longipilus* (Nesbitt), az *Euseius finlandicus*[9] (Oudemans) és a *Zettzelia mali* Ewing például a levélatkákat fogyasztja szívesebben (Karg 1992). Clements és Harmsen (1993) megfigyeléseiben a *Zetzellia mali* a *Panonychus ulmi* Koch helyett inkább az *Aculus schlechtendali* egyedeit választotta áldozatául. Strapazzon és Monta (1998) felméréseiben a *Zetzellia mali* ugyancsak fontos tényezőként szerepelt az almatermésűek levélatkájának szabályozásában. A fenti szerzőkkel ellentétben, Walde és munkatársai (1995) viszont preferenciateszttel igazolták, hogy a *Zetzellia mali* táplálékválasztása az *Aculus schlechtendali* és a gazdaságilag jelentősebb Tetranychidae fajok között csak a zsákmányállatok relatív gyakoriságától függött. Santos (1991)

[9] Syn.: *Amblyseius finlandicus*

vizsgálataiban az almaterméűek levélatkája és a *Panonychus ulmi* a *Zetzellia mali* számára egyaránt hasznos táplálékforrásnak bizonyult, és a ragadozó e fajokat táplálkozási értéküktől függetlenül támadta meg. A kísérletek bebizonyították, hogy a *Zetzellia mali* nem az áldozatok kairomonjai segítségével, hanem véletlenszerűen találta meg táplálékát. Az eredmények alapján a ragadozó-zsákmány kapcsolat jellege az évszaktól és a zsákmány típusától függött. New York államban Santos (1991) ősszel és tavasszal tapasztalt pozitív összefüggést a *Zetzellia mali* és az *Aculus schlechtendali* egyedszáma között. Dicke és munkatársainak (1988) kísérleteiben, a táplálékválasztás szempontjából az *Euseius finlandicus* szintén az almaterméűek levélatkáját részesítette előnyben a piros gyümölcsfa-takácsatkával szemben.

A legfontosabb ragadozó atkák általában a Phytoseiidae családba tartoznak, amelynek 35 faját azonosították Közép-Európában. Közülük az *Euseius finlandicus* és a *Seiulus tiliarum*[10] (Oudemans) fajok dominálnak, bár a *Metaseiulus longipilus* és a *Typhlodromus pyri* Scheuten is gyakran előfordul a gyümölcsösökben. A Stigmaeidae családból a *Zettzelia mali* az almásokban szintén gyakori (Karg 1992). Tuovinen (1992) a finn almaültetvényekben 11 Phytoseiidae fajt határozott meg. Megfigyelései szerint a kezeletlen minták 95-100%-ában fordultak elő ragadozó fajok, amelyek között a 74 %-os gyakoriságával az *Euseius finlandicus* volt a legközönségesebb. Kropczynska és Tuivinen (1987) Finnország déli részének almásaiban viszont csak 9 phytoseiidát azonosított. Közülük az *Euseius finlandicus* a minták 76,3 %-ában, a *Phytoseius macropilis* (Banks) 66,1 %-ában, a *Paraseiulus soleiger*[11] (Ribaga) pedig 39 %-ában volt megtalálható. Schliesske (1992) Németországban a Phytoseiidae és Stigmaeidae ragadozók közül az *Amblyseius finlandicus*, a *Typhlodromus pyri* és a *Zetzellia mali* egyedeit határozta meg a csonthéjas és almás gyümölcsösökben. Franciaországban Kreiter és de la Bourdonnaye (1993) a *Typhlodromus pyri* és a *Kampimodromus aberrans* fajokat találta a legelterjedtebbeknek. Bozai (1986a) a magyarországi almáskertekben az *Amblyseius finlandicus* predátort tartja dominánsnak. Vizsgálataiban a faj az almások 79,34 %-ában, a *Phytoseius macropilis* (Banks) 10,34 %-ában, az *Amblyseius aberrans*[12] (Oudemans) pedig 2,33 %-ában fordult elő. A egyéb ragadozó atkafajok előfordulási aránya 1 % alatt volt. Ripka (1997, 1998) a *Malus* fajokról az *Euseius finlandicus* és a *Kampimodromus aberrans* phytoseiidákat azonosította hazánkban. Heves megye almásaiban Dellei és Szendreyné (1989) az *Amblyseius finlandicus*, az *Amblyseius aberrans*, az *Amblyseius andersoni* Chant, a *Phytoseius macropilis*, *a Phytoseius plumifer* Can. és Fanz., a *Typhlodromus subsoleiger* Wain., a *Typhlodromus soleiger* és a *Typhlodromus cotonneastri* Wain. egyedeit észlelte. Domináns fajként

---

[10] Syn.: *Typhlodromus tiliarum, Typhloctonus tiliarum*

[11] Syn.: *Typhlodromus soleiger, Seiulus soleiger*

[12] Syn.: *Typhlodromus aberrans, Kampimodromus aberrans*

az *Amblyseius finlandicus* jelentkezett, amely minden gyümölcsnemben előfordult. Az almaültetvényekben az *Amblyseius aberrans* és a *Phytoseius macropilis* szintén közönségesek voltak.

Magyarországon, különböző fás és lágyszárú növényekről Bozai (1980) 17, a későbbiekben pedig 23 (Bozai 1986b) Phytoseiidae atkafajt határozott meg. Közülük az *Amblyseius finladicus* és az *Amblyseius aberrans* volt a leggyakoribb. Jenser és munkatársai (1992) különböző biotópokban 30 phytoseiid ragadozót találtak hazánkban. Az elhagyott gyümölcsösökben az *Amblyseius finlandicus*, a kezelt ültetvényekben pedig a stigmaeid *Zetzellia mali* volt a legközönségesebb. Komlovszky és Jenser (1992) a Stigmaeidae család tagjai közül a *Zetzellia mal*i-t tartja a legfontosabbnak, mivel a széles hatásspektrumú inszekticidek felhasználásának megszűntével annak betelepedése a Phytoseiidae fajoknál lényegesen intenzívebb.

2.6.3.3. A biotikus faktorok között fellépő kölcsönhatások

Santos (1984) szerint az *Aculus schlechtendali*, a *Panonychus ulmi* és a *Tetranychus urticae* populációit a levelek kondíciója és a ragadozás mértéke együttesen határozza meg. A fitofág atkák egyedszámát a levelek tápértéke, a növények fiziológiás állapota és a talaj nedvessége is befolyásolja, de azok a ragadozó-zsákmány kapcsolatra nincsenek hatással.

A gazdanövény jellemzőinek a ragadozó atkafajokra kifejtett hatását számos szerző ismerteti (Jenser és Koleva 1996, Kreiter et al. 1999, Duso és Vettorazzo 1999). Walde és munkatársai (1997) alapján a magas nitrogénszint fokozza, az alma fajtája pedig befolyásolja a *Zetzellia mali* zsákmányszerző tevékenységét. A *Typhlodromus pyri* ragadozásában viszont a növény minősége nem játszik szerepet. Kreiter és munkatársai (1999) a levélszőrzet jelentős szerepét figyelték meg *Kampimodromus aberrans* esetében. Vizsgálataikban a dúsabb szőrzettel rendelkező ostorfa levelein a faj nagyobb egyedszámban fordult elő, mivel a levélszőrök hatékonyabb védelmet és jobb életfeltételeket biztosítottak a bennük megragadó pollenmennyiséggel. Duso és Vettorazzo (1999) a levélszőrözöttség hatását szőlőben tapasztalta. Az *Amblyseius andersoni* a szőrökkel kevésbé fedett levelek fonákán ért el nagyobb gyakoriságot, a sűrűbb szőrzettel rendelkező fajtákról viszont a *Typhlodromus pyri* kiszorította. A *Zettzelia mali* esetében, Jenser és Koleva (1996) a szőlő gyapjas szőrzettel fedett levelein találta a legtöbb nőstényt, míg azok a szőrtelen felületeket elkerülték. Ripka és Kazmierski (1998) megfigyeléseiben a *Zettzelia mali* a levelek fonákján szintén a szőrrel borított érszögleteket és a középső erezetet részesítette előnyben.

Addison és munkatársainak (2000) feltételezése szerint, kora tavasszal az alternatív táplálékok gyakorisága jelentősen befolyásolja a generalista ragadozók szabályozó képességét. Felméréseik alapján, az alternatív táplálékforrások közül elsősorban a fák széllel terjedő pollenjei vannak jelen az alma levelein. A pollen elérhetőségnek térbeli különbözősége valószínűleg meghatározó lehet a

ragadozó atkák populációinak tavaszi felépülésében. E feltevést vizsgálataik is alátámasztják, ugyanis tavasszal a *Typhlodromus pyri* és a *Zetzellia mali* egyedsűrűsége szorosabb összefüggést mutatott a pollengyakorisággal, mint az *Aculus schlechtendali* egyedszámával. Herbert (1959) szerint a phytoseiid atkák növekedését és tojásrakási képességét a zsákmányként fogyasztott takácsatka, az almatermésűek levélatkája, illetve azok fejlődési állapota nem befolyásolja. Karg (1992) a ragadozó fajok populációinak növekedését csak az elérhető táplálék mennyiségétől teszi függővé.

Az *Aculus schlechtendali* intraspecifikus kompetíciójáról a szakirodalom gyakorlatilag nem rendelkezik információkkal. Santos (1989) a fajon belüli versengés jelenségét a készletatkáknál figyelte meg. Az egyedsűrűség növekedésével a nőstények tojásrakási aránya csökkent, és a mortalitásban, fekunditásban jelentkező változások a táplálkozási helyért folytatott „küzdelem" következményei voltak.

Az almatermésűek levélatkájának interspecifikus kompetíciójára vonatkozó ismeretek szintén szegényesek, csak említés szinten szerepelnek a nemzetközi publikációkban. Walde és munkatársai (1997) a kártevő versengését a *Panonychus ulmi* egyedeivel szemben tapasztalta. Loeb és Karban (1988) a táplálkozáson keresztül jelentkező interspecifikus kompetíció negatív hatását pedig a konkurens takácsatkáknál észlelte.

Számos kutató tanulmányozta a ragadozó atkafajok között fellépő versengést és dominanciaviszonyokat is (Croft és MacRae 1992, 1993a, 1997, Komlovszky és Jenser 1992, Clements és Harmsen 1993, Schausberger 1998). Schausberger (1998) egyértelműen kimutatta a *Typhlodromus pyri*, az *Euseius finlandicus* és a *Kampimodromus aberrans* között a táplálékért folytatott kompetíció negatív hatásait, amelyben a *Typhlodromus pyri* vált a dominánssá. Komlovszky és Jenser (1992) a Phytoseiidae család versenytársaként a *Zetzellia mali*-t emeli ki, mivel az a phytoseiidákhoz hasonlóan a Tetranychidae és az Eriophyidae fajok ragadozója. Croft és MacRae (1993b) szerint a fitofág atkák hiányában a *Zetzellia mali* a *Typhlodromus pyri* tojásaival és fiatal egyedeivel is táplálkozhat az almafa levelein. Ez utóbbi szintén megtámadhatja a *Zetzellia mali* kifejletlen példányait. Schausberger (1997) az *Euseius finlandicus*, a *Kampimodromus aberrans* és a *Typhlodromus pyri* kifejlett nőstényeinek eltérő mértékű interspecifikus ragadozását, és intraspecifikus kannibalizmusát is megfigyelte a különböző fejlettségű egyedeken. Zhang és Croft (1995) a különböző phytoseiid fajok kifejletlen alakjainak fajon belüli versengését tanulmányozta. Vizsgálataikban a kannibalizmus alkalomszerűen, elsősorban akkor fordult elő, amikor a zsákmányállatok mennyisége jelentősen lecsökkent. A generalista ragadozókat tehát a táplálékállatok elérésének nehézsége erősebben befolyásolta, mint az azonos fajhoz tartozó egyedek zavaró hatása. MacRae és Croft (1997) a táplálék hiányában szintén az intra- és interspecifikus zsákmányszerzés erősödését tapasztalta a Phytoseiidae fajoknál.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A vizsgálatok anyaga

A vizsgálatok anyagát az *Aculus schlechtendali* különböző egyedfejlődési állapotú, deutogyn és protogyn alakú egyedei alkották.

3.2. A vizsgálatok helye

A vizsgálatok során végzett mintavételek helyszíneit, valamint a mintázott növények faját és fajtáját az 1., 2. és 3. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: Az *Aculus schlechtendali* elterjedtségének felmérése során vizsgált almáskertek

Helység	Ültetvény kora (év)	Méret	Fajta
Tura, Galgamenti Szövetkezet	32	nagyüzemi	Jonathan
Tura, Galgamenti Szövetkezet	19-20	nagyüzemi	Starking, Starcrimson, Golden Delicious
Tura, Neszűr dűlő	24	háztáji	Jonathan
Galgahévíz, Szőlőhegy	15	háztáji	Éva
Halásztelek, Scarabeus Bt.	12	nagyüzemi	Idared
Kiskunlacháza, Acer Kft.	20	nagyüzemi	Jonathan
Dánszentmiklós, Aranyalma Kft.	22	nagyüzemi	Jonathan
Erdőkertes, magángyümölcsös	12	nagyüzemi	Idared
Vámosmikola, Eurotrust Consult Kft.	9	nagyüzemi	Idared
Vámosmikola, Biomit Kft.	6	nagyüzemi	Gála
Örkény, Golden Bt.	19	nagyüzemi	Starcrimson
Felsőbabád, Felsőbabádi Rt.	14	nagyüzemi	Idared
Pomáz, Munkaterápiás Intézet	16	nagyüzemi	Idared
Gödöllő, SZIE, KT.	20	nagyüzemi	Jonathan
Ráckeve, Kevefruct Kft.	8	nagyüzemi	Jonagored
Kisölved (SK), Kisölvedi Szövetkezet	1	nagyüzemi	Idared, Jonagold, Príma
Udvard (SK), Udvardi Szövetkezet	10	nagyüzemi	Gloster
Jászfalu (SK), magángazdaság	12	nagyüzemi	Golden Delicious
Valkó	–	–	vad

2. táblázat: A fásszárú Rosaceae fajok eriophyoid faunájának vizsgálata során mintázott növények

Helység	Növényfaj	Fajta
Tura	körte	Bosc kobak, Hardey vajkörte
Tura	birs	Bereczki birs
Tura	szilva	Korai besztercei
Kosd	szilva	Stanley
Örkény	szilva	Althann ringló
Kiskunlacháza	szilva	–
Kisölved (SK)	szilva	Cacanska lepotica
Cseke (SK)	szilva	Cacanska lepotica
Udvard (SK)	szilva	Althann ringló
Tura	őszibarack	Regina, Piroska, Champion
Szob	őszibarack	Champion, Sanheaven, Loadel
Gödöllő	őszibarack	–
Udvard (SK)	őszibarack	Sanheaven
Kéménd (SK)	őszibarack	Redheaven

Helység	Növényfaj	Fajta
Csúz (SK)	őszibarack	Elberta
Cseke (SK)	őszibarack	Redheaven
Kiskunlacháza	őszibarack	„parasztbarack”
Tura	kajszi	Gönci magyar
Gödöllő	kajszi	–
Kiskunlacháza	kajszi	–
Cseke (SK)	kajszi	Főnix
Tura	meggy	Pándy, Érdi bőtermő, Cigánymeggy
Gödöllő	meggy	–
Kiskunlacháza	meggy	–
Nagykörű	meggy	–
Kéménd (SK)	meggy	Újfehértói fürtös
Tura	cseresznye	Hedelfingeni
Gödöllő	cseresznye	–
Kiskunlacháza	cseresznye	–
Nagykörű	cseresznye	Germersdorfi óriás
Tura	mandula	Tétényi rekord
Kiskunlacháza	mandula	–
Vác	mandula	–
Vác	kökény	–
Valkó	kökény	–
Vác	csipkebogyó	–
Vác	galagonya	–
Valkó	galagonya	–
Galgahévíz	galagonya	–

3. táblázat: A populációdinamikai felmérések alkalmával vizsgált almaültetvények

Helység	Ültetvény kora (év)	Méret	Fajta
Tura, Galgamenti Szövetkezet	32	nagyüzemi	Jonathan
Tura, Galgamenti Szövetkezet	19; 20	nagyüzemi	Starking, Starcrimson, Golden Delicious
Örkény, Golden Bt.	19	nagyüzemi	Starcrimson

3.3. A vizsgálatok módszere

3.3.1. Az Aculus schlechtendali tápnövénykörének és kártételének vizsgálata

Az almaterméűek levélatkájának előfordulását a fő gazdanövényével, az almával rokon egyéb Rosaceae fajok faunájának felmérésével együtt vizsgáltuk. Azt irodalmi utalások alapján (Bognár 1964) a *Prunus*-félékre különös figyelmet fordítottunk. Az eriophyoidák jelenlétének megállapítását késő ősztől kora tavaszig rügyboncolással, a vegetációs időszakban pedig levélvizsgálattal, Leica-Wild típusú preparáló mikroszkóp segítségével végeztük. Mivel a mintavételek az *Aculus schlechtendali* által preferált részeken történtek, és nem volt szükség az egyedszám összehasonlító vizsgálatára, ezért a minták növényenkénti elemszáma (levelek, hajtások mennyisége) kevésbé volt meghatározó (<30<). Az almaterméűek levélatkájának azonosítása genus szinten Boczek és munkatársainak (1989) határozókulcsa, faji szinten pedig Nalepa (1890) és Keifer (1946) leírása

alapján, Olympus BX-41 típusú, fáziskontraszttal felszerelt kutató mikroszkóppal történt. Az egyéb előforduló Eriophyoidea atkák meghatározásához Boczek és munkatársainak (1989) határozókulcsát, Davis és munkatársainak (1982) katalógusát, Amrine és Stasny (1994), Jeppson és munkatársainak (1975) munkáját, valamint az eredeti leírásokat használtuk.

Az *Aculus schlechtendali* kártételének, az egyedsűrűség és a megjelenő kárkép összefüggésének megfigyelése a szabadföldi ültetvényekben a populációdinamikai vizsgálatokkal azonos időpontokban (lásd 3.3.3. fejezet) történt. A laboratóriumban nevelt, április elején mesterségesen fertőzött M4-es alanyokon (1. ábra) az egyedszám és a tünetek kialakulásának kapcsolatát hetente vizsgáltuk.

1. ábra: M4-es almaalanyok laboratóriumi hajtatása (Gólya)

3.3.2. Az Aculus schlechtendali morfológiájának vizsgálata

Az *Aculus schlechtendali* adult és kifejletlen alakjainak morfológiai vizsgálatát Amplival, Hund és Olympus BX-41 típusú, fáziskontraszttal felszerelt kutató mikroszkóppal, valamint Zeiss-LEO IM 910 típusú elektronmikroszkóppal 400-20 000-szeres nagyításban végeztük.

A hagyományos mikroszkópok használatához a levélatkák testtartalmát, a béltartalom okozta elszíneződéseket el kellett távolítani. Erre a célra az ismert tisztító ágensek helyett (Keifer 1. elegye, laktofenol, André-féle folyadék, Nesbitt-féle folyadék) a gyengébb oxidáló képességű tejsavat használtuk. Az atkák a tejsavban tárolva, szobahőmérsékleten néhány hét alatt elérték a kívánt tisztaságot, és testük áttetszővé vált. A hosszabb ideig AGA-oldatban (80 rész 96 %-os alkohol, 10 rész glicerin, 10 rész jégecet) tárolt egyedeket nem volt szükséges tisztítani.

A kutikula különböző mértékű megfestése a fényképek készítéséhez és a fáziskontraszttal nem rendelkező mikroszkópok használatához nyújtott segítséget. Tapasztalataink szerint azonban a festési eljárások hibája, hogy a színezés erősségétől függően elfedik dorzális pajzs és az

opisthosoma parányi jellegzetességeit (mikrotuberkulumokat, granulózus vonalazottságot), továbbá a testen belüli apodema és spertmatheca sem látható. A levélatkák kültakarójának megfestéséhez Keifer (1954) 2. elegyét 1-2 órás időtartamban alkalmaztuk, bár a szerző ezt a közeget eredetileg az általa előírt tisztítóoldat (Keifer 1. elegye) többlet rezorcintartalmának eltávolítására, illetve végleges tartósításra javasolja. Keifer 2. elegyének összetétele: 25 cm^3 fehér karo-szirup (keményítőmentes), 125 g klorálhidrát, 5 cm^3 glicerin, mérsékelt mennyiségű jódkristály, és 15 cm^3 víz (Keifer 1954).

Az atkák végső beágyazásához, a tartós preparálásához Keifer 3. közegét használtuk, amelynek összetétele: 12 cm^3 karo-szirup, 60 g klorálhidrát, kis mennyiségű káliumjodid kristály, 2 g jódkristály, és a kívánt hígítás eléréséhez szükséges formaldehid oldat (Keifer 1954).

A fáziskontraszttal rendelkező mikroszkópok használatához gyorsabb és egyszerűbb lehetőséget nyújtott Heinze preparáló oldata, amelynél külön tisztítási eljárás nem szükséges. Az atkák közvetlenül a tartósító közegbe helyezhetők, és áttetszővé tételük a preparátum 24 órás 60 C°-os melegítésével történik. A Heinze-oldat összetétele: 10 g polivinil-alkohol, 50 ml desztillált víz, 10 ml glicerin, 25 ml 1,5 %-os fenol, 100 g klorálhidrát, és 35 ml 82-92 %-os tejsav (Boczek 1999).

Mindkét felsorolt preparálási módszer esetében igen lényeges volt, hogy a végső beágyazáshoz csak kis mennyiségű, vékony rétegben felvitt médiumot használjunk. A kelleténél több preparáló közeg ugyanis megszilárdulása után lehetetlenné teszi a nagy nagyítású lencsék alkalmazását. Ennek elkerülése érdekében, az egyedek megfelelő testhelyzetbe állítása és a fedőlemez felhelyezése után a tárgylemezt kissé felmelegítettük, és szükség esetén a fedőlap enyhe nyomásával távolítottuk el a felesleget. A melegítés az oldat könnyebb eloszlatását és az atkák lábainak kinyújtását is szolgálta.

Az elektronmikroszkópos vizsgálatok előtt az atkák fehérjéit rögzíteni, testüket pedig vízteleníteni kellett. A „scannning” technológia alkalmazásához a vizsgálandó felület elektromosan vezetővé tétele szintén elengedhetetlen volt. Ennek során Dr. Szabó László (szóbeli közlés) módszerét az alábbiak szerint alkalmaztuk:

1.) A frissen begyűjtött egyedeket a Bozzola és Russel (1991) munkája alapján elkészített kakodilát pufferbe helyeztük, amelynek összetevői:
   - 25 ml oldat 1 liter desztillált vízben feloldott 428 g nátrium-kakodilátból ($Na[CH_3]_2A_8O_2$ x 3 H_2O),
   - 0,2 mólos sósav (HCl) a 7,4-es PH beálltáig,
   - 10 ml glutáraldehid ($COH[CH_2]_3COOH$) 25 %-os törzsoldatból,
   - 100 ml térfogat eléréséhez szükséges desztillált víz.
2.) A pufferes eljárást a desztillált vizes öblítés, majd 24 órás áztatás követte 1 %-os ozmium-tetrahidroxidban ($Os[OH]_4$).

3.) Az ozmium-tetrahidroxid után a dehidratálást 25, 50, 75, 90 és 100 %-os acetonsorban (CH_3COCH_3), 20 percenkénti oldatváltással végeztük.
4.) A további vízkivonás céljából az egyedeket 50 μm-es lyukátmérőjű szitaszövettel borított kosárkában „kritikus pont" szárításnak vetettük alá folyékony széndioxidban (CO_2).
5.) A megfelelően előkészített és dehidratált atkák felületét az elektromos vezetőképesség biztosítása érdekében arany (Au) gőzzel vontuk be.

Az elektronmikroszkóp használata során igen fontos volt, hogy csak frissen begyűjtött egyedekkel dolgozzunk. A tejsavban tisztított, vagy AGA-oldatban tárolt példányok testtartalma, fehérjéi ugyanis annyira eloxidálódtak, hogy az ozmium-tetrahidroxidos eljárással sem őrizték meg alakjukat, és a vizsgálati lemezre lapultak.

Az almaterméseűek levélatkájának morfológiai bélyegeit vizsgálva mintegy 5 000 különböző alakú és fejlettségű egyedet gyűjtöttünk a populációdinamikai felvételezésekkel azonos időpontokban (lásd 3.3.3. fejezet). A deutogyn és protogyn forma, valamint a különböző egyedfejlődési alakok testrészeinek átlagos méretét legalább 20 mérés alapján határoztuk meg. Ez alól csak a méretüknél fogva elektronmikroszkópot igénylő tulajdonságok (serték bazális vastagsága, mikrotuberkulumok átmérője, frontális lebeny nyúlványa) képeztek kivételt. A test hossz- és alakváltozásának nyomon követéséhez viszont több száz mérésre volt szükség. Azokat az alaktani bélyegeket, amelyek ingadozása, illetve szórása igen nagy volt, intervallumokkal jellemeztük (testhossz, testszélesség, testvastagság). Az egyéb esetekben, a szakirodalomhoz hasonlóan a számtani középértéket tüntettük fel. Bizonyos morfológiai tulajdonságok (pl. serték elhelyezkedése, annulusok száma) azonban nem voltak jellemezhetők tizedes törtként megjelenő átlagokkal, vagy egyes értékeik kiugróan nagy gyakorisággal fordultak elő. Ezeknél a méret meghatározásához a leggyakoribb értéket használtuk fel.

3.3.3. Az Aculus schlechtendali biológiájának és populációdinamkájának vizsgálata

Az *Aculus schlechtendali* biológiájának és populációdinamikájának vizsgálata egymástól nem különíthető el, hiszen a faj alapvető biológiai tulajdonságai (fekunditás, fertilitás, ökológiai igények, tűrőképesség, diapauza, deuterogynia, stb.) a népesség változásának fontos meghatározói.

Az almaterméseűek levélatkájának életmódját, egyedszám-változását, és a befolyásoló abiotikus és biotikus tényezőket Pest megyében tanulmányoztuk:

– 1996-ban a felmérések Turán, 32 éves Jonathan almaültetvényben április végétől októberig, heti rendszerességgel történtek.
– 1998-ban a mintákat Örkényben, 19 éves Starcrimson fajtájú gyümölcsösben április végétől augusztus végéig, havonta gyűjtöttük. A populációs csúcs pontosabb megfigyelése érdekében

viszont június harmadik dekádjától július végéig heti rendszerességgel figyeltük a népesség alakulását.

- 1998-ban Turán márciustól decemberig, havonta végeztük a mintavételeket 19 éves Starking almafákon.
- 1999-ben a vizsgálatok szintén Turán folytak 20 éves ültetvényben, Starking almafajtán. Április végétől októberig kétheti rendszerességgel, januártól áprilisig és októbertől decemberig havonta történt a minták begyűjtése.
- 2000-ben a turai mintavételeket Starking almafajtán februártól júliusig (az *Aculus schlechtendali* eltűnéséig) havi két alkalommal folytattuk.

Az 1996-ban és 1998-ban vizsgált ültetvényekben a rügyfakadás előtt végzett DNOC hatóanyagú lemosó permetezés a rügypikkelyek és levélripacsok alatt védetten telelő levélatkák mennyiségét – a *Panonychus ulmi*-val szemben – kevésbé befolyásolta. (A piros gyümölcsfa-takácsatka petéinek többsége abiotikus okokból már a tél folyamán beszáradt). A zöldbimbós állapottól kijuttatott kaptán, dinokap és rézoxiklorid tartalmú kontakt fungicidek az eriophyoidákra hatástalanok voltak. A májustól alkalmazott számos felszívódó triazol és a kombinációs partnerként használt kaptán és mankoceb sem fejtett ki észlelhetően negatív hatást. Az inszekticidként kijuttatott foszforsav-észterek (diazinon, dimetoát, fenitrotion), a piretroid eszfenvalerát, illetve a kartap használatát követően sem tapasztaltunk csökkenést az *Aculus schlechtendali* felszaporodásának dinamikájában. Ezzel szemben a ragadozó atkák a nem szelektív készítmények alkalmazása után ideiglenesen eltűntek az ültetvényekből. A növényvédelemben az atkákat gyérítő kén használata általános gyakorlat az almafa-liszharmat elleni védekezésben. A vizsgált területeken a júniustól júliusig alkalmazott Thiovit S esetében a gyérítő hatás azonban nem igazolódott, hisz a felszaporodás ebben az időszakban volt tapasztalható.

1999-ben és 2000-ben a korábbi DNOC hatóanyagú lemosó kezeléseket paraffinolajjal és tribázikus rézszulfáttal végzett permetezés váltotta fel. Az olajos kezelés a rosszul telelt, kelés előtt lévő *Panonychus ulmi* petéket jobban gyérítette, mint a védett körülmények között telelő *Aculus schlechtendali* és *Tetranychus urticae* nőstényeket. Kontakt fungicidként a kaptán, a dinokap és a rézkészítmények, szisztematikusként pedig a strobilurin krezoxim-metil és a triazolok kerültek felhasználásra. Inszekticidként az etofenprox és a széles hatásspektrumú foszforsav-észterek (malation, diazinon, metil-paration) pusztították a kártevőket nem kímélve a hasznos élőket sem. Az *Aculus schlechtendali* felszaporodásában igazolható gátlóhatás azonban nem jelentkezett.

Az ültetvények a vizsgálati években ammónium-nitrát műtrágyázásban részesültek. Az üzem évenként mintegy 68 kg/ha nitrogént juttatott ki a területekre. Az optimálisnál (50 kg/ha) nagyobb

mennyiségű N-trágyázás az almaterméseűek levélatkájának szaporodását feltehetően kedvezően befolyásolta (vegetatív növekedés, vízhajtások, lazább szövetek miatt).

A vegetációs időben, mintavételenként 10 véletlenszerűen kiválasztott fáról összesen 100 darab, a korona különböző részeiről gyűjtött, kifejlett levélen figyeltük az *Aculus schlechtendali* és az egyéb atkafajok egyedszámának változását. Az atkákat lemosással távolítottuk el a levelekről. A lemosó oldathoz a felületi felszültség csökkentése érdekében kis mennyiségű mosogatószert használtunk. A szűrést vízszivattyúval végeztük, majd az egyedszámot Leica Wild típusú preparáló mikroszkóppal határoztuk meg.

A rügyvizsgálatokhoz területenként 10 véletlenszerűen kiválasztott fáról 50 darab 50 cm-es vesszőt vágtunk le. Vesszőnként 3-3 különböző elhelyezkedésű rügyet vizsgáltunk, amelyeket a hajtásvégtől való távolságuk alapján felső, középső, és alsó csoportokba osztottunk. A felső rügyek a vesszők végétől számított 5-20 cm-es intervallumba tartozókat jelentették. A középsők 20-35 cm-re, az alsó rügyek pedig 35-50 cm-re helyezkedtek el a csúcsrügytől. A rügyekben és a közvetlenül azok környékén (a rügyalap és a hajtás alkotta ráncokban, a rügyek alatt) telelő atkák átlagos mennyiségét preparáló mikroszkóppal (Leica Wild) értékeltük. Természetesen a vesszőkön egyéb telelésre alkalmas helyek is előfordultak (laza kéreg, kéregrepedések), amelyek egyedszámát – a könnyebb számítások végett – az adott intervallumba eső rügyekéhez adtuk.

Az egyes években tapasztalt népességváltozást az időjárási és a védekezési adatokkal, a különböző fajok egyedsűrűségének arányával, és a tápnövény fenológiai és élettani állapotváltozásával vetettük össze, majd értékeltük azok egyedszámra gyakorolt hatását.

3.3.3.1. A diapauzában lévő deutogyn egyedek elhelyezkedésének és eloszlásának megfigyelése

A vesszők különböző részein a deutogyn egyedek hibernációs helyeinek, elhelyezkedésének és eloszlásának megfigyelését a rügyvizsgálatok során végeztük. A hajtások alsó, középső és felső rügyeinél számlált nőstények mennyiségét a normál eloszlás és a kisebb szórás érdekében Kuehl (1994) képletével [$Y = \sqrt{(X + 3/8)}$] transzformáltuk. Az átlagos egyedszámot t-próbával hasonlítottuk össze (P = 95%). Az abiotikus faktorok és az egyedszám eloszlásában jelentkező változások összefüggéseire az időjárási és a rügyvizsgálatok alapján nyert adatokból következtettünk.

3.3.3.2. Deutogyn nőstények diapauzájának vizsgálata

A téli diapauza feloldhatóságának vizsgálata fitotronban, szabadföldről begyűjtött, nyugvó egyedeken történt. Október végén, novemberben és március elején az egyéves vesszők rügyeiben telelő deutogyn nőstényeket az atkák számára kedvező klimatikus és megvilágítási körülmények közé helyeztük (27 C° 9^{00}-20^{00} óráig; 20^{00} C° 20^{00}-9^{00} óráig; 75 % RH; intenzív felső megvilágítás

5^{30}-tól 20^{30}-ig; sötét periódus 20^{30}-tól 5^{30}-ig). A vesszőket (50 darabot) 0,1 %-os Volldünger tápoldatba állítottuk. Az *Aculus schlechtendali* aktivitását (táplálkozás, mozgás, elhelyezkedés) a kísérlet beállítását követő harmadik napon értékeltük. A vesszők különböző részein elhelyezkedő egyedek mennyiségét Kuehl (1994) képletével transzformáltuk, majd az összehasonlítást t-próbával végeztük (P = 95%).

3.3.3.3. Az abiotikus tényezők hatásának elemzése

Az abiotikus tényezők közül a maximum, a minimum és a középhőmérséklet, a csapadék, a páratartalom, valamint a maximális szélsebesség és a népességváltozás kapcsolatát többváltozós regresszió- és korreláció-analízissel elemeztük 95 %-os valószínűség mellett ($\alpha = 0,05$). Az egyes környezeti faktorok egyedszámra gyakorolt hatását a determinációs koefficienssel, az összefüggés szorosságát pedig a korrelációs koefficienssel jellemeztük. A számításokat a Kuehl (1994) képletével transzformált egyedszámokkal is elvégeztük. A vegetációban a regresszió- és korreláció-analízis a deutogyn nőstények eltűnésétől a tömeges telelőre vonulás kezdetéig történt. Az áttelelt egyedek biológiájából eredő pusztulás, illetve a tömeges telelőre vonulás ugyanis pontatlan elemzést eredményezett volna. Az 1999-es, egész évet átfogó vizsgálati időszakban a tavaszi és nyári periódus elkülönítése is szükségessé vált a május végi, júniusi protogyn populációktól. Ezt a fajnak a két évszakban jelentkező, eltérő biológiai sajátosságai (deutogyn egyedek előjövetele, tojásrakása, a két alak fertilitásában és fekunditásában jelentkező különbségek) indokolták. Továbbá a tavasszal fokozatosan emelkedő átlaghőmérséklet, valamint a hőmérséklet és a páratartalom kapcsolatának egyedszámot befolyásoló hatása szintén jelentős eltérést mutatott a nyári klimatikus körülményekhez képest.

Az őszi-téli (október-december) és a téli-kora tavaszi (január-március) időszakban a statisztikai elemzést az előzőekben meghatározott abiotikus tényezőkre, azonos módon végeztük.

3.3.3.4. A hőmérséklet szaporodásra gyakorolt hatásának vizsgálata

Április elején laboratóriumban tartott (23 Cº, 65 % RH), M4-es alanyokra almatermésűek levélatkáját telepítettünk fitotronban meghajtatott vesszőkről. A laboratóriumban és a szabadföldi, Starking almafajtájú ültetvényben nevelt egyedek fejlődési állapotát, protogyn és deutogyn alakját hetente, preparáló (Leica Wild) és kutató (Amplival) mikroszkóp segítségével vizsgáltuk. A hőmérsékletnek a tavaszi felszaporodást és a protogyn egyedek megjelenését befolyásoló hatására a laboratóriumi és szabadföldi eredmények összehasonlításával, az időjárási adatok alapján következtettünk.

3.3.3.5. A tavaszi tojásrakás vizsgálata

Március elejétől, szabadföldi mintából gyűjtött 10-10 levélatkát raktunk laboratóriumban nevelt, M4-es alanyok fiatal leveleire. A leveleket fitotronba, kedvező klimatikus körülmények közé helyeztük (27 C° 9^{00}–20^{00}; 20 C° 9^{00}–20^{00}; 75 % RH; intenzív felső megvilágítás 5^{30}-20^{30}; sötét periódus 20^{30}-tól 5^{30}-ig), majd a tojásrakást a 4. napon értékeltük. A vizsgálatot áprilisig 10 naponta, azonos klimatikus beállításokon, 50 db Volldünger tápoldatba állított szabadföldi vesszőn is megismételtük. A szaporodás kezdetét szabadföldön Starking, Starcrimson és Jonathan ültetvényben követtük nyomon.

3.3.3.6. A tápnövény egyedszámra gyakorolt hatásának elemzése

A levélszőrzetnek az *Aculus schlechtendali* felszaporodására gyakorolt hatását 1999-ben Starking, Starcrimson és Golden Delicious almafajtákon, szabadföldön, Turán értékeltük. A különböző fajták azonos területen, egymás mellett helyezkedtek el. A mintavételek alkalmával, havonta kétszer 10 véletlenszerűen kiválasztott fáról 100 darab kifejlett levelet gyűjtöttünk. A levelenkénti átlagos egyedszámot, valamint a levélszőrzet %-os borításának becsült értékét preparáló mikroszkóppal (Leica Wild) állapítottuk meg. A különböző almafajtákon kapott populációs görbéket az időjárási adatok és a levélszőrözöttség mértékének figyelembe vételével hasonlítottuk össze. Az adatok és összefüggések statisztikai elemzéséhez t-próbát és korreláció-analízist alkalmaztunk (P = 95%).

A levelek elöregedésének hatását október végén és november elején fitotronban, Starking almafajtán vizsgáltuk. Ősszel 50 darab 50 cm-es vesszőt 0,1 %-os Volldünger tápoldatba, az atkák számára megfelelő klimatikus és megvilágítási körülmények közé helyeztünk (27 C° 9^{00}–20^{00}; 20 C° 9^{00}–20^{00}; 75 % RH; intenzív felső megvilágítás 5^{30}-20^{30}; sötét periódus 20^{30}-tól 5^{30}-ig). A vesszőkön a deutogyn egyedek már nyugalmi állapotban voltak. A továbbiakban a kedvező viszonyok között aktivizálódott levélatkák viselkedését (mozgás, táplálkozás, elhelyezkedés) a kísérlet beállítását követő 3. napon értékeltük. Az egyedek eloszlását a hajtáscsúcstól számított 5-20 cm-es, 20-35 cm-es, és 35-50 cm-es intervallumokban vizsgáltuk. A vizsgálatot márciusban, fitotronban meghajtatott vesszőkön is elvégeztük. A különböző részeken elhelyezkedő deutogyn alak mennyiségét Kuehl (1994) képletével transzformáltuk, majd átlagos értékének összehasonlításához kétmintás t-próbát alkalmaztunk (P = 95%).

3.2.3.7. Az intra- és interspecifikus kölcsönhatások vizsgálata

Az *Aculus schlechtendali* egyedei között jelentkező intraspecifikus kompetíció jellegét fitotronban, kedvező körülmények között (24 C° 9^{00}–20^{00}; 18 C° 9^{00}–20^{00}; 75 % RH; intenzív felső megvilágítás 5^{30}-20^{30}; sötét periódus 20^{30}-tól 5^{30}-ig) 1 cm^2–es felületű levélkorongokon, M4-es alanyokon vizsgáltuk (2. ábra). A korongokat petricsészébe, 0,1 %-os Volldünger tápoldattal átitatott

vattagolyókra raktuk, majd felületükre 10, 20, 30 és 50 db kifejlett protogyn nőstényt helyeztünk. Az értékelés során a lárvák, nimfák és adult egyedek együttes mennyiségét a kísérlet beállítását követő 4. napon viszonyítottuk az eredeti egyedszámhoz (relatív felszaporodás).

2. ábra: Fitotronba, kedvező körülmények közé helyezett levélkorongok (Gólya)

Az interspecifikus kölcsönhatásokra az 1996-ban Jonathan, és az 1999/2000-es évben Starking almafajtán végzett szabadföldi vizsgálataink alapján, a különböző atkafajok egymáshoz viszonyított arányából és annak változásaiból következtettünk. 2000-ben az *Aculus schlechtendali* és a *Tetranychus urticae* között fellépő negatív kapcsolat jellegét korreláció-analízissel igazoltuk (P=95%).

A vizsgálat során a Tarsonemidae fajok családszintű azonosítása Mahunka (1972), a Tetranychidae fajok meghatározása Bozai (1970) munkája alapján történt. A Phytoseiidae ragadozókat Chant (1959), Bozai (1987), Kreiter és de la Bourdonnaye (1993) publikációi és Dr. Bozai József szóbeli közlése alapján azonosítottuk. A Tydeidae atkák családszintű felismerése Schruft (1972) közleményével, a *Zetzellia* genus határozása pedig Gonzalez (1965), Summers (1966), Summers és Schlinger (1955) munkája segítségével történt. A különböző atkafajok azonosításához a morfológiai vizsgálatoknál tárgyalt preparálási eljárásokat és eszközöket alkalmaztuk (lásd 3.3.2. fejezet).

3.3.3.8. Az Aculus schlechtendali elterjedtségének felmérése

A kártevő jelenlétének megállapítását alkalomszerűen végeztük. Előfordulását az egyedek telelőre vonulása után és kora tavasszal rügyboncolással, a vegetációs időszakban levélvizsgálattal, Leica-Wild típusú preparáló mikroszkóp segítségével határoztuk meg. Az almatermésűek levélatkájának azonosítása a 3.3.1. fejezetben ismertetett módon történt. A mintákat 1998-2000-ig elsősorban Pest megyében gyűjtöttük. A kártevő azonban a szomszédos hazai és külföldi területekről egyaránt betelepedhet gyümölcsöseinkbe, ezért az Ipoly és a Garam hasonló ökológiai adottságú, szlovákiai vidékén is végeztünk felméréseket (1. táblázat). Egy-egy mintavétel alkalmával 50 darab vesszőt, illetve 100 darab kifejlett levelet vizsgáltunk. 4. eredmények

4.1. Tápnövény és kártétel

4.1.1. Az Aculus schlechtendali tápnövényei

Az almatermésűek levélatkájának előfordulását számos termesztett és vadon élő Rosaceae növényfajon, több fajtán vizsgáltuk (lásd 3.2. fejezet). A megfigyelések során az *Aculus schlechtendali* elsősorban az almán, annak különböző fajtáin volt jelen. Száma a *Malus domestica* levelein lényegesen meghaladta az egyéb eriophyoid atkák, az *Epitrimerus pyri* mennyiségét. Az almatermésűek levélatkája ritkán, kis egyedszámban a körtén is előfordult az *Eriophyes pyri* és az *Epitrimerus pyri* mellett. A birs, az egybibés galagonya és a csipkebogyó levelein azonban nem volt megtalálható. A *Malus* nemmel távolabbi rokonságban lévő *Prunus* fajokon, a szilván, az őszibarackon, a kajszin, a meggyen, a cseresznyén, a mandulán és a kökényen az *Aculus schlechtendali* szintén nem fordult elő. (A csonthéjasok domináns eriophyoid kártevője az *Aculus fockeui* volt.)

4.1.2. Az Aculus schlechtendali kártétele és kárképe

Az almatermésűek levélatkája a tápnövény különböző részein, a zöld szöveteken károsít. Kártétele az egyedszámtól jelentősen függő tünetekben nyilvánul meg a vegetatív és generatív részeken egyaránt.

Hazánkban az *Aculus schlechtendali* károsítása március folyamán, a rügyekben kezdődik. A kora tavaszi felmelegedésben az áttelelt deutogyn nőstények a rügyek belső, zöld szövetein kezdik meg a táplálkozást. Kártételi jelentőségük ekkor még csekély, hiszen az alacsony hőmérsékleten, a rövid nappali felmelegedésben anyagcseréjük és táplálkozási tevékenységük mérsékelt. Rügypattanástól az egyedek a fakadó levelekre vonulnak, és „érési” táplálkozásuk a kedvező ökológiai feltételek hatására fokozódik.

Az almatermésűek levélatkája a funkcionális szempontból szúró-szívó típusúvá alakult szájszervével a levelek fonákján „szívogat”. A szúró elemek rövidségéből adódóan, táplálkozása feltehetőleg csak a bőrszöveti sejtekben okoz károsodást. A táplálékfelvétel folyamata alatt az egyedek nem változtatják helyüket, így behatolásuk pontszerű. A levél lemezén a mikroszúrások parányi átmérőjük következtében még tömegében sem észlelhetők. A jellemző tüneteket a roncsolás és táplálkozás hatására a sejtek anyagcseréjében, fiziológiás állapotában bekövetkező változások idézik elő. Nagy egyedsűrűség esetén a fiatal levelek fejlődése gátolt, méretük elmarad az egészségesektől (3. ábra). Az érett, illetve a növekedésében megállt levél színe fénytelenné, majd ezüstös színezetűvé, fonákja pedig vörösbarnává válik. A levelek szövetében az *Aculus schlechtendali* táplálkozása, nyála indukált deformációt nem okoz. A levéllemez hosszirányú sodródása, színe felé kanalasodása valószínűleg csak a sérülések hatására növekvő párologtatás és a gátolt anyagcsere, vízutánpótlás következménye (4. ábra). Erősebb fertőzéskor, általában 50

adult/cm^2 egyedsűrűség felett a levelek károsodása oly mértékű, hogy azok elbarnulnak és az atkák további táplálására nem alkalmasak. A levél „eltartó” képessége, az elhalását okozó egyedsűrűség azonban annak korától, regenerálódó képességétől és anyagcseréjétől függően változó. Az *Aculus schlechtendali* kártételének következtében a károsított leveleknek viszonylag korai lehullása, a fertőzött hajtásoknak az időjárástól függő, általában augusztusi lombvesztése tapasztalható. Az almaterméűek levélatkája jellemzően a hajtásvégi, a fehérjetartalmában valószínűleg gazdagabb leveleket részesíti előnyben. A felkopaszodás ezért elsősorban a korona külső és felső részein látható (5. ábra).

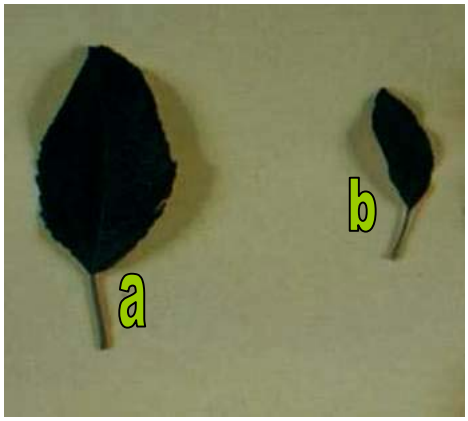
Tavasszal a faj a virág- és gyümölcskocsányon, a zöld csészeleveleken és a virágvackon, valamint a fiatal gyümölcskezdeményeken is előfordulhat, de a nyár folyamán kizárólag a leveleken táplálkozik. E jelenségre a gyümölcskocsány és a termés bőrszövetének megvastagodása, a csészelevelek elöregedése szolgálhat magyarázattal, mivel azok mechanikai akadályt jelentenek a szájszerv szúró elemei számára.

Magyarországon a kártétel első tünetei általában júniusban észlelhetők a leveleken az *Aculus schlechtendali* populációdinamikai sajátosságai miatt. Április végén és májusban a virágokon, a csészeleveleken és a gyümölcskezdeményeken kis mennyiségben előforduló atkák kártétele többnyire jelentéktelen.

Az asszimilációs felület, a levelek károsításának közvetett hatása a hajtások mérsékelt megnyúlásában és az egészségestől rövidebb ízközök fejlődésében nyilvánul meg (6. ábra). A rendellenesség a gyümölcsnövekedésben szintén tapasztalható: a termések mérete kisebb, ízük jellegtelen (7. ábra). A közvetett kártétel tüneteinek kialakulása csak jelentősebb május végi, júniusi egyedszám esetén látható.

A tapasztalatok alapján tehát a kárképek kialakulásának ideje és formája nagymértékben függ a kártevő egyedszámától, a tápnövény állapotától és az ezeket jelentősen meghatározó időjárási tényezőktől (páratartalom, hőmérséklet, csapadék). A kártételt követően a tápnövény képes bizonyos fokú regenerációra, de annak mértékét számos biotikus (fenológia, kártevők, kórokozók) és abiotikus körülmény (talaj- és tápanyagviszonyok, vízellátottság, időjárás) befolyásolja.

Végül fontos kiemelni, hogy a leveleknek a kárképként jelentkező sodródása és kanalasodása, valamint a hajtások ízközrövidülése az almafa-lisztharmat (*Podosphaera leucotricha* Salm.) primer tüneteihez igen hasonló, de azokon epifita micélium, konídiumláncok lisztes tömege vagy kleisztotécium nem látható.

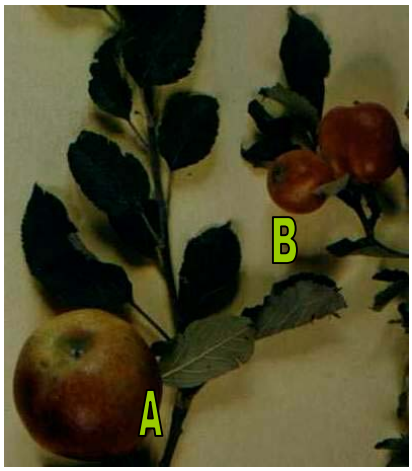


3. ábra: Az egészséges (a) és a károsított, fejlődésében gátolt (b) levél méretbeli eltérése (Gólya)

4. ábra: A károsított levelek vörösbarna elszíneződése és sodródása (Gólya)

5. ábra: Korai lombvesztés a korona külső és felső részein a kártétel következtében (Gólya)

6. ábra: Az ízközök rövidülésében megnyilvánuló közvetett kártétel (Gólya)



7. ábra: Az egészséges (A) és a fejlődésében közvetve gátolt (B) gyümölcs méretbeli eltérése (Gólya)

4.2. Morfológia

4.2.1. Az Aculus schlechtendali protogyn és a deutogyn alakjainak általános morfológiai jellemzése és eltérései

4. táblázat: A protogyn és deutogyn alak morfológiai jellemzői

	Protogyn		Deutogyn	
Testhossz	128-210 µm		126-247 µm	
Testszélesség	51-74 µm		55-82 µm	
Testvastagság	46-74 µm		46-79 µm	
Prodorzális pajzs hossza	48 µm	(46-50 µm)	45 µm	(43-47 µm)
Prodorzális pajzs szélessége	57 µm	(51-63 µm)	59 µm	(54-65 µm)
Frontális lebeny hossza	11 µm	(10-14 µm)	10 µm	(9-12 µm)
Frontális lebeny 1. nyúlványának hossza	2,2 µm	(1,8-2,4 µm)	–	–
Frontális lebeny 2. nyúlványának hossza	1,3 µm	(1-1,5 µm)	–	–
Dorzális serte hossza	16 µm	(16-21 µm)	16 µm	(16-20 µm)
Dorzális serte bazális vastagsága	1,5 µm	(1,3-1,6 µm)	1,5 µm	(1,3-1,6 µm)
Dorzális serték bazális távolsága	34 µm	(32-38 µm)	34 µm	(32-37 µm)
Dorzális tuberkulum hossza	4 µm	(3,8-4,1 µm)	4 µm	(3,8-4,1 µm)
Gnathosoma hossza	20 µm	(17-22 µm)	20 µm	(17-23 µm)
Antapikális serte hossza	7 µm	(6-8 µm)	7 µm	(6-8 µm)
Chelicera hossza	15 µm	(13-17 µm)	15 µm	(13-17 µm)
1. láb hossza	42 µm	(38-45 µm)	42 µm	(39-45 µm)
Tarsus hossza az 1. lábon	8 µm	(7,7-8,2 µm)	8 µm	(7,6-8,2 µm)
Tarsus szélessége az 1. lábon	3,2 µm	(2,5-3,8 µm)	3,2 µm	(2,5-3,7 µm)
Solenidion hossza és jellemzője az 1. lábon	7 µm gombos	(6,9-7,1 µm)	7 µm gombos	(6,7-7,2 µm)
Empodium hossza és jellemzője az 1. lábon	5 µm 4 sugarú	(4,5-5,4 µm)	5 µm 4 sugarú	(4,5-5,4 µm)
Tarzális serte hossza az 1. lábon	19 µm	(17-21 µm)	19 µm	(17-21 µm)
Tibia hossza az 1. lábon	8,6 µm	(8,1-8,9 µm)	8,7 µm	(8,3-8,9 µm)
Tibia szélessége az 1. lábon	3,2 µm	(2,8-4,5 µm)	3,2 µm	(2,8-4,3 µm)
Tibiális serte hossza az 1. lábon	5,4 µm	(5,2-5,6 µm)	5,4 µm	(5,2-5,6 µm)
Genu hossza az 1. lábon	6,4 µm	(6,0-6,6 µm)	6,4 µm	(6,2-6,6 µm)
Genu szélessége az 1. lábon	5,8 µm	(5,4-6,3 µm)	5,8 µm	(5,4-6,2 µm)
Térdserte hossza az 1. lábon	21 µm	(20-22 µm)	20 µm	(20-25 µm)
Femur hosszúsága az 1. lábon	14 µm	(12-16 µm)	14 µm	(12-16 µm)
Femur szélessége az 1. lábon	6,9 µm	(6,5-7,2 µm)	7 µm	(6,5-7,5 µm)
Femorális serte az 1. lábon	10,1 µm	(7-12 µm)	10 µm	(7-11 µm)
Trochanter hosszúsága az 1. lábon	4,8 µm	(4,6-5 µm)	4,8 µm	(4,6-5 µm)
Trochanter szélessége az 1. lábon	7,6 µm	(6,6-8,7 µm)	7,5 µm	(6,2-8,7 µm)
2. láb hossza	37 µm	(35-41 µm)	37 µm	(34-42 µm)
Tarsus hossza a 2. lábon	7 µm	(6,2-8 µm)	7 µm	(6,2-8 µm)
Tarsus szélessége a 2. lábon	3,1 µm	(2,5-3,6 µm)	3,1 µm	(2,5-3,6 µm)
Solenidion hossza és jellemzője a 2. lábon	6,8 µm gombos	(6,7-7,1 µm)	6,8 µm gombos	(6,7-7,1 µm)

	Protogyn		Deutogyn	
Empodium hossza és jellemzője a 2. lábon	5 µm 4 sugarú	(4,7-5,4 µm)	5 µm 4 sugarú	(4,8-5,3) µm
Tarzális serte hossza a 2. lábon	17 µm	(14-19 µm)	17 µm	(14-19 µm)
Tibia hossza a 2. lábon	7,8 µm	(7-8,2 µm)	7,7 µm	(7,3-8 µm)
Tibia szélessége a 2. lábon	3,1 µm	(2,8-4,2 µm)	3,1 µm	(2,8-4,2 µm)
Tibiális serte a 2. lábon	5,2 µm	(4,9-5,4 µm)	5,2 µm	(5,0-5,4 µm)
Genu hossza a 2. lábon	6,4 µm	(6-6,6 µm)	6,2 µm	(5,9-6,4 µm)
Genu szélessége a 2. lábon	5,4 µm	(5,1-6,2 µm)	5,5 µm	(5,1-6 µm)
Térdserte hossza a 2. lábon	8,6 µm	(8,4-8,9 µm)	8,5 µm	(8,2-8,9 µm)
Femur hosszúsága a 2. lábon	12 µm	(10,5-13,5 µm)	12 µm	(10,5-13,5 µm)
Femur szélessége a 2. lábon	6,2 µm	(5,9-6,6 µm)	6 µm	(5,8-6,3 µm)
Femorális serte hossza a 2. lábon	10,3 µm	(7,5-11,9 µm)	9,8 µm	(7,9-11,5 µm)
Trochanter hosszúsága a 2. lábon	4,6 µm	(4,3-5 µm)	4,5 µm	(4,3-4,8 µm)
Trochanter szélessége a 2. lábon	7,2 µm	(6,1-8,3 µm)	7,1 µm	(6,2-8,1 µm)
1. coxális serte hossza	11 µm	(9,3-13 µm)	11 µm	(8,9-12,5 µm)
1. coxális serték bazális távolsága	11,7 µm	(10,8-13 µm)	12,2 µm	(10,5-13,6 µm)
2. coxális serte hossza	17 µm	(14-21 µm)	18 µm	(14-22 µm)
2. coxális serték bazális távolsága	9,2 µm	(8,5-9,8 µm)	10 µm	(9,5-10,3 µm)
3. coxális serte hossza	38 µm	(25-43 µm)	38 µm	(28-40 µm)
3. coxális serték bazális távolsága	25 µm	(23-28 µm)	28 µm	(25-29 µm)
Dorzális annulusok (tergitek) száma	30*	(28-33)	36*	(32-38)
Dorzális annulusok szélessége	6,5 µm	(3,5-10 µm)	6,2 µm	(3,3-9,7 µm)
Ventrális annulusok (sternitek) száma	63*	(58-68)	52*	(50-55)
Ventrális annulusok szélessége	1,6 µm	(0,9-2,5 µm)	1,9 µm	(0,9-2,9 µm)
Mikrotuberkulumok távolsága a hátoldalon	3,3 µm	(2,3-4,7 µm)	–	–
Mikrotuberkulumok hossza a hátoldalon	3,0 µm	(2,7-3,5 µm)	–	–
Mikrotuberkulumok távolsága a hasoldalon	1,5 µm	(1,1-1,9 µm)	1,9 µm	(1,6-2,1 µm)
Mikrotuberkulumok átmérője a hasoldalon	0,8 µm	(0,6-0,9 µm)	1,1 µm	(0,9-1,2 µm)
Mikrolécek szélessége az utolsó sterniteken	0,6 µm	(0,5-0,7 µm)	0,6 µm	(0,6 µm)
Mikrolécek távolsága az utolsó sterniteken	1,6 µm	(0,9-2,5 µm)	1,6 µm	(0,9-2,6 µm)
Genitália elhelyezkedése	7-11. ventrális annulus		7-11. ventrális annulus	
Epigynium hossza a nyitóredőkkel	17 µm	(15-19 µm)	17 µm	(15-19 µm)
Epigynium hossza	11 µm	(10-12 µm)	11,5 µm	(10-13 µm)
Epigynium szélessége	23* µm	(21-24 µm)	23* µm	(21-24 µm)
Epigynium mintázata	10 hosszanti borda		10 hosszanti borda	
Genitális serte helye	11. ventrális annulus		11. ventrális annulus	
Genitális serte hossza	19 µm	(12-24 µm)	19 µm	(15-22 µm)
Genitális serték bazális távolsága	17* µm	(16-19 µm)	18 µm	(15-20 µm)
Genitális serték bazális vastagsága	1,4 µm	(1,3-1,5 µm)	1,4 µm	(1,3-1,5 µm)
Oldalserte helye	12.* vent. annulus	(12-14)	12.* vent. annulus	(12-14)
Oldalserte hossza	32 µm	(26-35 µm)	32 µm	(28-36 µm)
Oldalserték bazális távolsága	54 µm	(34-62 µm)	58 µm	(38-69 µm)
1. ventrális serte helye	26.* vent. annulus	(24-28)	22.* vent. annulus	(21-24)
1. ventrális serte hossza	29 µm	(23-31 µm)	36* µm	(27-36 µm)
1. ventrális serték bazális távolsága	35* µm	(29-37 µm)	39* µm	(30-40 µm)

* leggyakoribb érték

	Protogyn		Deutogyn	
1. ventrális serték bazális vastagsága	1,1 µm	(1-1,2 µm)	1,1 µm	(1-1,2) µm
1. ventrális serte tuberkulumjának átmérője	2,4 µm	(2,1-2,6 µm)	2,4 µm	(2,1-2,6) µm
1. ventrális serte tuberkulumjának hossza	2,4 µm	(1,8-3 µm)	2,4 µm	(1,7-3) µm
2. ventrális serte helye	42.*; 44.* vent. annulus	(39-45)	35.* vent. annulus	(33-37)
2. ventrális serte hossza	17 µm	(15-20 µm)	17 µm	(15-20) µm
2. ventrális serték bazális távolsága	19 µm	(16-21 µm)	19 µm	(17-20) µm
3. ventrális serte helye	5. vent. annulus a testvégtől	(4-5)	5. vent. annulus a testvégtől	(4-5)
3. ventrális serte hossza	42 µm	(31-58 µm)	46 µm	(29-54) µm
3. ventrális serték bazális távolsága	27 µm	(23-29 µm)	28 µm	(23-33) µm
Farokserte helye	anális lemez		anális lemez	
Farokserte hossza	83 µm	(60-100 µm)	85 µm	(75-100)
Farokserték bazális távolsága	11 µm	(10-13 µm)	11 µm	(10-13)
Járulékos serte helye	anális lemez		anális lemez	
Járulékos serte hossza	3,1 µm	(2,8-3,5 µm)	3,2 µm	(2,8-3,6 µm)
Járulékos serték bazális távolsága	5,4 µm	(5,2-5,6 µm)	5,4 µm	(5,2-5,6 µm)
Anális nyílás átmérője	2,7 µm	(2,3-3 µm)	2,7 µm	(2,3-3 µm)

4.2.1.1. A protogyn alak morfológiája

A protogyn egyedek teste megnyúlt, orsó alakú (8. ábra). A törzs egyenletesen, enyhén ívelt (9. ábra). A kifejlett nőstények átlagos hosszúsága a populáció állapotától, a fiatal és idősebb egyedek arányától, illetve az adott év időszakától függően széles határok között változó. A testhossz 4. táblázatban szereplő széles intervallumát ez indokolja. A protogyn egyedek a prodorzális pajzs mögött a negyedik dorzális annulusnál (tergitnél) a legszélesebbek. A pajzs domború íve a test hengeres formáját követi, de mögötte a rugalmasabb kutikulájú opisthosoma nagyobb kiterjedésű az ivar- és emésztőszervek elhelyezkedése miatt.

8. ábra: A protogyn nőstény felülnézetben (Gólya)

9. ábra: A protogyn alak oldalnézetben (Gólya)

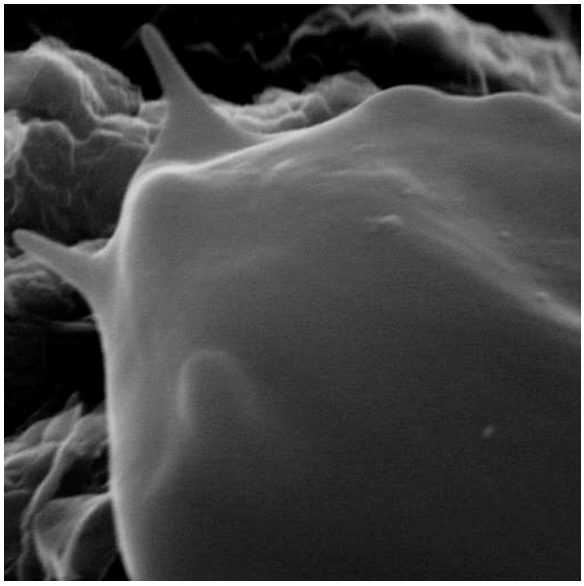
* leggyakoribb érték

A fiatal nőstények színe opálos halványsárga, amely a későbbiekben világos okkerré sötétedik. A testszín változása az egyedek korával függ össze, feltehetően a kültakaró vedlést követő szklerotizációjának következménye. Az *Aculus schlechtendali* színezetét a felvett táplálék minősége és az időjárás szintén befolyásolja. A fokozott párologtatás okozta vízvesztés, vagy a hőmérséklet-csökkenés hatására lelassuló életfolyamatok a test alapszínének árnyalatát megváltoztathatják.

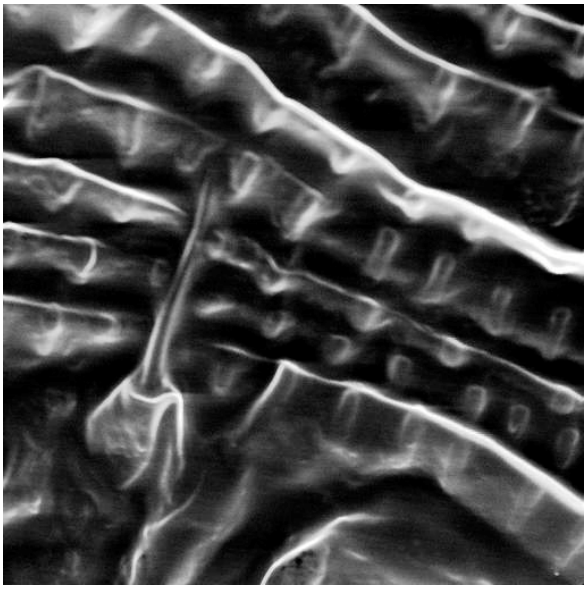
A mozgás és a táplálékfelvétel szervei a test elején jellegzetesen ízesülnek. A szájszervet képező gnathosoma kissé előre, lefelé áll. Hossza a részét képező pedipalpus négy ízének nyújtottságától függően változó. A ganthosoma korábbi „rostrum", azaz „ormány" elnevezését alakjáról, elsősorban a pedipalpus ormányszerű végződéséről kapta. A pedipalpus utolsó előtti ízén jellegzetes antapikális serte mutat előre. A funkcionális szempontból szúró-szívó típusú szájszervben öt szúró elem van. Közülük általában csak a felső négy látható. A legfelső, egymás mellett elhelyezkedő, de teljes hosszában elkülönülő páros szúrószerv a két chelicera. Erőteljesebb kitinizáltságuk és nagyobb vastagságuk alapján a többi szúró elemtől jól megkülönböztethetők. A chelicerák alakja törés nélküli, hosszuk rövid, bár ez utóbbi a mozgatható utolsó íztől függően változó (10. ábra).

A szúrószerveket és velük az egész gnathosomát felülről a frontális lebeny védi. A protogyn alak esetében ez két tövisszerű, apró nyúlványt visel az alján (11. ábra). E parányi bélyeg a rendszertani besorolásban, a genus azonosításában meghatározó. A frontális lebeny a prodorzális pajzsnak része, annak lemezéhez széles alappal kapcsolódik. A pajzs kissé domború, alakja lekerekített háromszögre hasonlít. Szélessége a csúcsát alkotó lebeny irányában csökken. Felületén granulózus vonalak fajra jellemző mintázatot alkotnak (10. ábra). Oldalán számos kerekded mikrotuberkulum található. A pajzs jellegzetes mintáját hálózatos, mikrotuberkulumokkal díszített enyhe kiemelkedések formálják. A pajzs hátsó harmadán lévő középegyenes, valamint az előtte kissé befűződő, de a testvég irányában széttartó két oldalvonal, továbbá a melletük haladó, azokkal összekötött egy-egy mellékvonal a mintázat fő eleme. A prodorzális pajzs a test egyéb részeitől élesen elkülönül. Határozott hátsó szegélyén, jól fejlett tuberkulumokon két dorzális serte ered (12. ábra). A tuberkulumok hosszúságát a 4. táblázat középső síkjukban mérve tartalmazza, ugyanis azok a testtel szöget zárnak be, széttartón a testvég felé állnak. A hátserték többnyire egyenes vonalúak, rézsút kifelé az opisthosoma irányába mutatnak.

10. ábra: A protogyn nőstény prodorzális pajzsa és gnathosomája (Gólya)

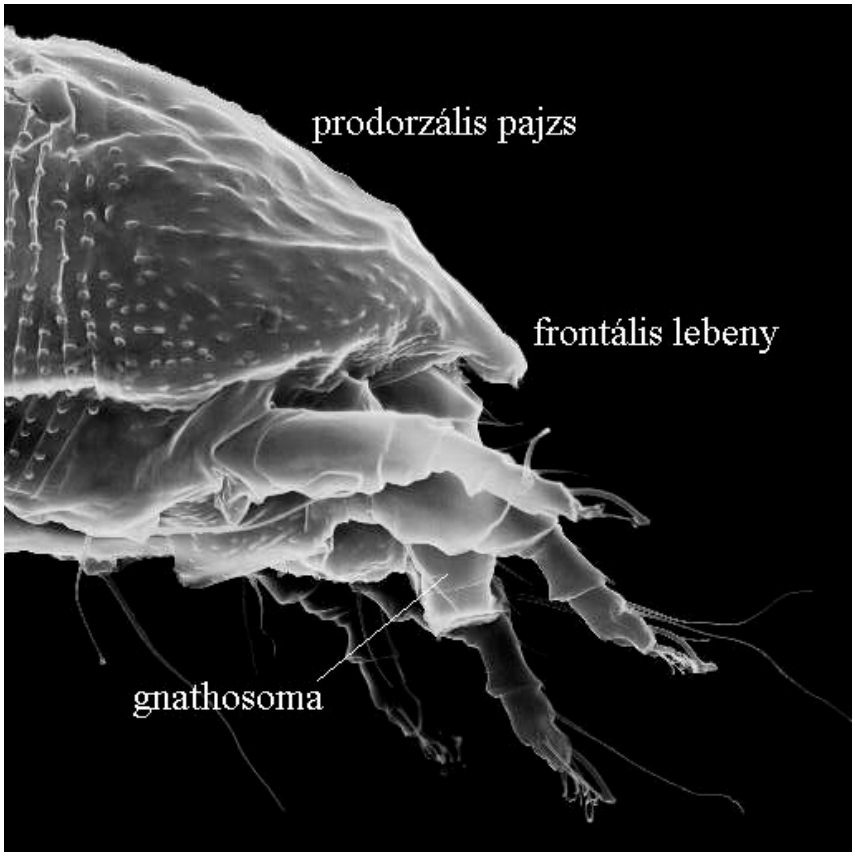


11. ábra: A frontális lebeny és két nyúlványa a nyári alakon (Gólya és Szabó)

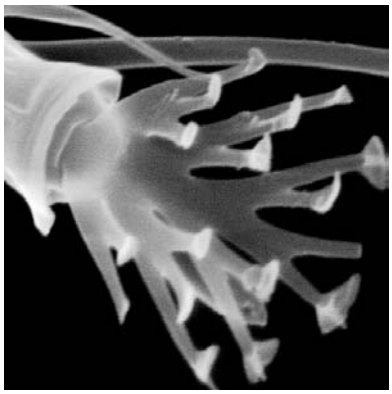


12. ábra: A dorzális serte bazális tuberkulumja és a mikrotuberkulumokkal fedett tergitek (Gólya és Szabó)

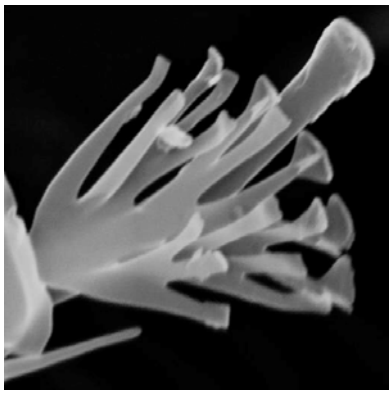
A két pár láb a prodorzális pajzs alatt, a test elején ízesül. Felépítésük azonos, ízeik száma hat: coxa, trochanter, femur, genu, tibia, tarsus (13. ábra). A második pár azonban gyengébb megjelenésű, hossza rövidebb, vastagsága vékonyabb (4. táblázat). Az elülső, erőteljesebb láb elsősorban húzó, míg a hátsó húzó-támasztó funkciót lát el a testtel bezárt szöge alapján. A lábak tarsusának végén egy egyszerű, négysugarú empodium ered. Két oldalának első és második sugara általában három, a harmadik pedig két részre osztott másodlagosan. A végállású sugár egy ággal rendelkezik. Az egyes ágacskák elhegyesedő végei előtt parányi lemezek áttetsző körcikkeket formálnak az empodium belső oldalán (14. ábra). Az egyes elágazások széttartók, ferdén hátrafelé mutatnak. Irányukat a mozgásban betöltött szerepük indokolja, mivel a megnyúlt test „vonszolásában" a rögzítés és a kapaszkodás a feladatuk. Közvetlenül az empodium felett, a tarsus végének mélyedésében ülő gombos solenidion szintén hasonló funkciót tölt be (15. ábra). Feljebb, a lábtő két oldalán látható két tarzális serte rézsút előre, bazális kiemelkedéseken ered (16. ábra). Közülük a belső vékonyabb, nehezen észlelhető. E különbség általában a hátsó lábon feltűnőbb. A tarsus szélessége a tibiával való ízesülésnél, illetve a serték alapjánál erősen változó. A tibia a tarsustól jól elkülönül. A lábtő felől a nyári alak lábszárán két tüske figyelhető meg annak alsó és felső szegélyén (17. ábra). A tibiális serte a láb elülső oldalán látható, iránya ferdén lefelé mutat. A térdeken egy-egy serte áll előre, melyek közül az elülső lábhoz tartozók mintegy kétszer hosszabbak (4. táblázat). A comb tompor felőli alsó harmadán, fejlett szemölcsön egy femorális serte ered. A trochanter „szőr" nélküli, csonka kúp alakú. Szélessége a lábvég felé csökken. A csípőkön ívben lefelé és előre hajolva három pár coxális serte található. Közülük az első az elülső csípők aljának közepén, a második a belső csípőszögletnél, a harmadik pedig a hátsó csípők középtájékán foglal helyet. Az első csípőket határozott sternális vonal választja el, amely nem túl hosszú. A coxális testfelszín granulózus, apró kiemelkedésekkel és vonalakkal díszített (18. ábra).



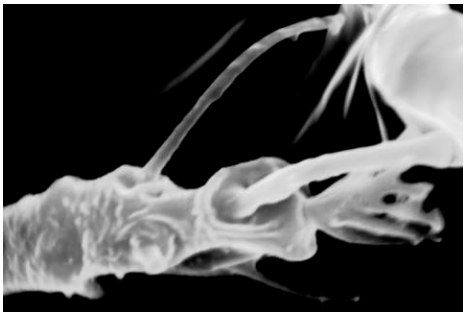
13. ábra: A lábak ízesülése és a prodorzális pajzs oldalnézetben (Gólya és Szabó)



14. ábra: Az empodium (Gólya és Szabó)

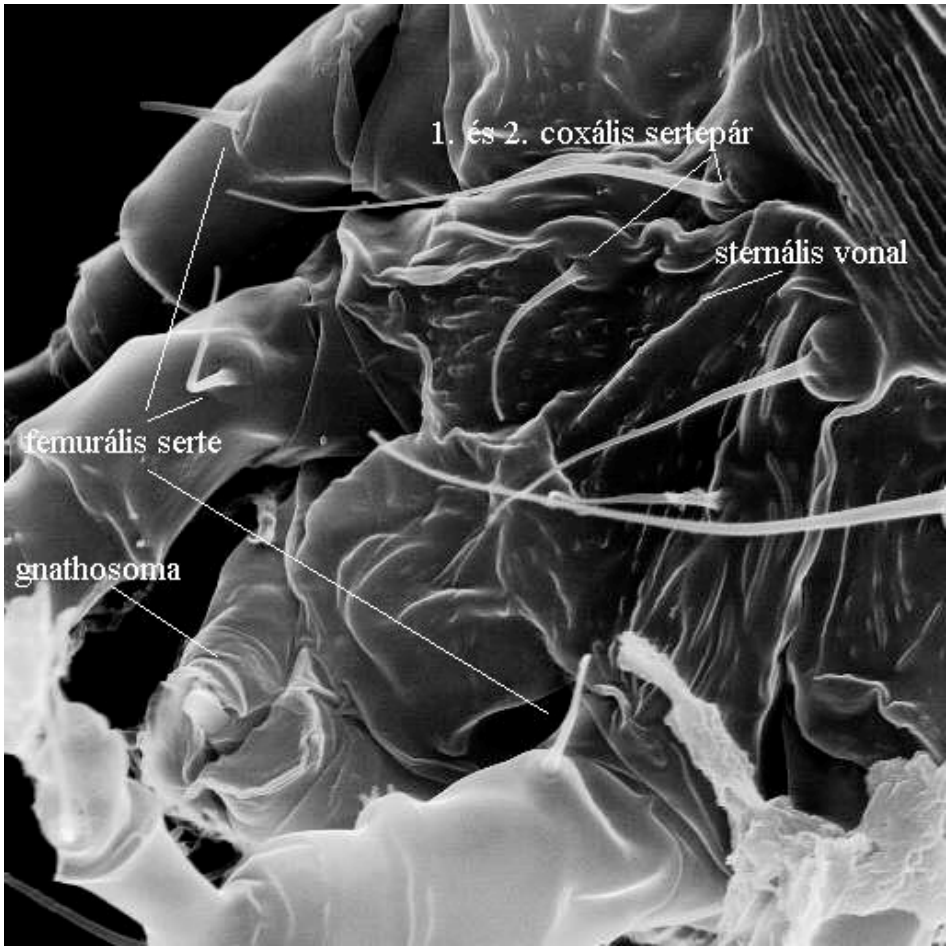


15. ábra: Az empodium és a solenidion (Gólya és Szabó)



16. ábra: Tarzális szőrszerű képződmények (Gólya és Szabó)

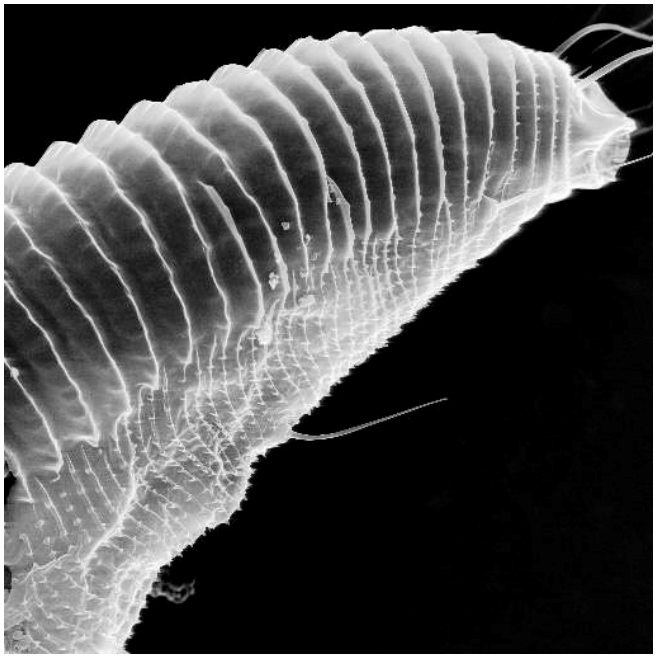
17. ábra: A tarsus és a tibia ízesülése (Gólya és Szabó)



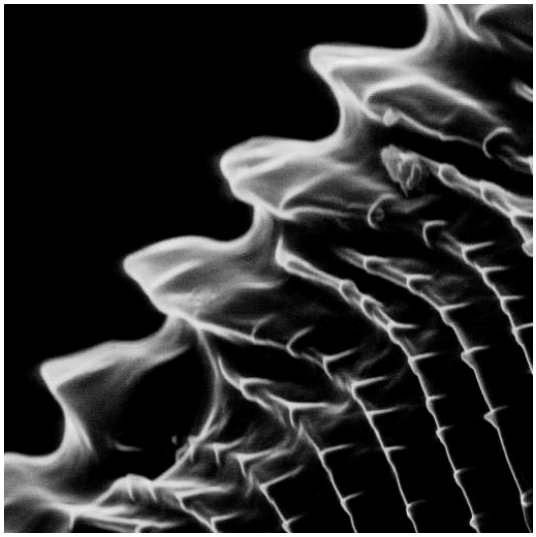
18. ábra: Az apró kiemelkedésekkel és vonalakkal díszített coxális testfelület (Gólya és Szabó)

A prodorzális pajzs és a csípők lemezei mögött kezdődik a test alakját elsődlegesen meghatározó, megnyúlt opisthosoma. Ennek legszembetűnőbb jellegzetessége a hát- és hasoldal látszólagos szelvényezettsége, amely szélesebb dorzális és keskenyebb ventrális annulusokból (tergitekből és sternitekből) áll (19. ábra). Számuk a fajra jellemző alaktani bélyeg. A leggyakoribb tergit- és sternitszámnál azonban némileg több, illetve kevesebb félgyűrűvel rendelkező egyedek is előfordulnak. Ez azt igazolja, hogy a szelvényezettség nem valódi. Szintén erre utal a dorzális oldal két szélén, valamint a hát- és hasoldal közt számolható különböző „szelvényszám" is a lemezek eltérő összeolvadásának következtében. A szélesebb tergitek többnyire két sternitből állnak össze. Mivel a testvég utolsó 5 annulusa általában teljes gyűrűt alkot, és a hasoldali félgyűrűk száma mintegy kétszerese a dorzális oldalon lévőknek, a három sternitből alakult tergitek sem ritkák. Ezek elsősorban a test kétharmadánál, az opisthosoma hajlatánál találhatók (19. ábra). A dorzális és ventrális annulusok szélessége elhelyezkedésüktől, a test ívétől és teltségétől, a vizsgálati időszaktól és a vizsgált egyed korától függően változó. A sternitek szélessége a genitália mögött a legkisebb, hiszen annak megjelenésekor az ivartájék elé és mögé tömörülnek. A hát- és hasoldal félgyűrűi között az átmenet majdnem egyenletes, éles szegélyek, oldalirányú kinövések vagy lebenyek nincsenek. A sternitek és tergitek illeszkedése mégis jól látható a test hosszanti horpasza, a lemezek

számának jelentős különbsége, valamint a mikrotuberkulumok alakja és sűrűsége alapján (19., 20. ábra). Hosszanti bordák, illetve barázdák a testen nincsenek. A csupán felületi szelvényezettség, az opisthosoma félgyűrűinek sajátos kapcsolódása az egyedek megnyúlását egy fejlődési stádiumon belül is lehetővé teszi. Ez magyarázattal szolgál a kifejlett *Aculus schlechtendali* testhosszának kortól és felhalmozott tápanyagtól függő, több mint 100 μm-es vedlés nélküli méretváltozásának lehetőségére is. A félgyűrűk harmonikaszerűen kapcsolódnak egymásba (19. ábra), de a test megnyúlásával fokozatosan szétcsúsznak. A törzs hossz- és oldalirányú méretváltozása tehát csak az opisthosoma növekedéséből áll, a többi testrész mérete állandó marad.

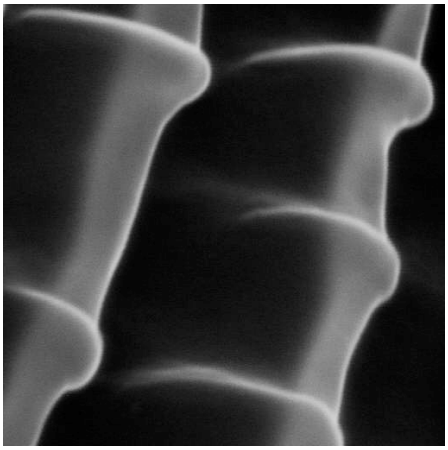


19. ábra: A protogyn alak opisthosomája oldalnézetben (Gólya és Szabó)

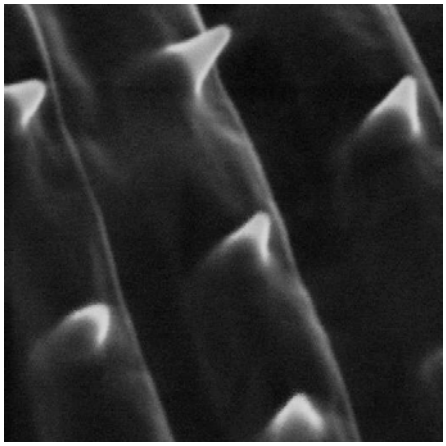


20. ábra: A dorzális és ventrális annulusok kapcsolódása (Gólya és Szabó)

A dorzális annulusok mikrotuberkulumjai a hátsó szegélyen, ovális alapon erednek. Eredési pontjaikon apró kiemelkedéseket képeznek, amelyek előrefelé keskenyednek és ellapulnak. Egymáshoz viszonyított távolságuk széles határok között változik, sőt kiemelkedésük mértéke és határozottságuk sem egyenletes (21. ábra). A hasoldali mikrotuberkulumok száma nagyobb, jelentős mennyiségben borítják a ventrális annulusok teljes szélességét. Apró, hegyes pontokként kerekded alapon ülnek a sternitek hátsó szegélyén (19., 22. ábra). Egymáshoz viszonyított távolságuk, illetve annak szórása a tergitekhez képest lényegesen kisebb. Bazális átmérőjük ingadozása az utolsó szelvények kivételével szintén csekély. A hasoldalon, a test hátsó harmadán a mikrotuberkulumok fokozatos megnyúlása, mikrobordákká alakulása tapasztalható. A hátulról számított nyolcadik ventrális annulustól a test hosszúkás mikrotuberkulumokat visel. A kialakuló mikrobordák az utolsó négy sternit teljes szélességét átérik. A mikrolécek gyakran szöget zárnak be egymással, amit a köztük mért távolság eltérései igazolnak.



21. ábra: A protogyn alak dorzális mikrotuberkulumjai (Gólya és Szabó)



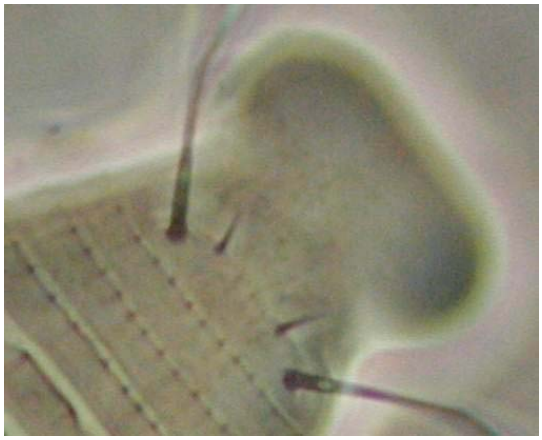
22. ábra: Ventrális mikrotuberkulumok az *Aculus schlechtendali* nyári alakján (Gólya és Szabó)

Az opisthosomán, a genitális serte kivételével, hat pár szőrszerű képződmény figyelhető meg. Ezek hossza, elhelyezkedése és iránya fajra jellemző tulajdonság. Közülük legelöl, a tizenkettedik sterniten az oldalserték foglalnak helyet a test két oldalának alsó részén, fejlett bazális szemölcsökön. Az oldalserték széttartón, ferdén lefelé a testvég irányában állnak (23. ábra). Az első és második ventrális sertepár hátrébb, a hasoldal középső régiójában a huszonhatodik és a negyvenkettedik annuluson, rézsút hátrafelé mutatva, fejlett bazális tuberkulumokon helyezkedik el. A harmadik ventrális sertepár hátulról az ötödik gyűrű oldalán ered, és iránya az előzőekkel megegyező. A ventrális serték bazális távolsága a testmérettől, a fejlődő petéktől és a felhalmozott tápanyagtól függően változik az opisthosoma rugalmas kutikulája miatt. A lábak test elején való ízesülésének következtében, a megnyúlt törzsnek a páros hasoldali serték biztosítanak rugalmas támasztékot, és fokozzák annak a stabilitását. A ventrális serték határozott testvégi iránya – a lábak

és „karmaik” állásához hasonlóan – az előrehaladást segíti elő. Az opisthosoma gyűrűit az anális „szelvény” zárja. Ennek felső harmadán, kissé oldalt két fonálszerű farokserte ül alapjának mélyedésében. Ezek eredésüktől nem messze a testvég felé, majd visszahajolva ferdén előre mutatnak. Méretük igen hosszú. Közöttük, apró mélyedésben két rövid járulékos serte található (24. ábra). Az anális „szelvény” fokozatosan keskenyedik és végül három lebenyben végződik. Közülük kettő alulról, egy pedig felülről határolja a végbélnyílást (25. ábra).

A test egyes sertéinek változó mérete arra enged következtetni, hogy azok gyakran sérülnek, törnek a mozgás során. Eredeti hosszúságuk meghatározása így igen bizonytalan, különösen az állandó igénybevételnek kitett (coxális, ventrális, caudális, tarzális) serték esetében. Ennek alapján, a 4. táblázatban feltüntetett átlagoknál nagyobb méretek is előfordulhatnak.

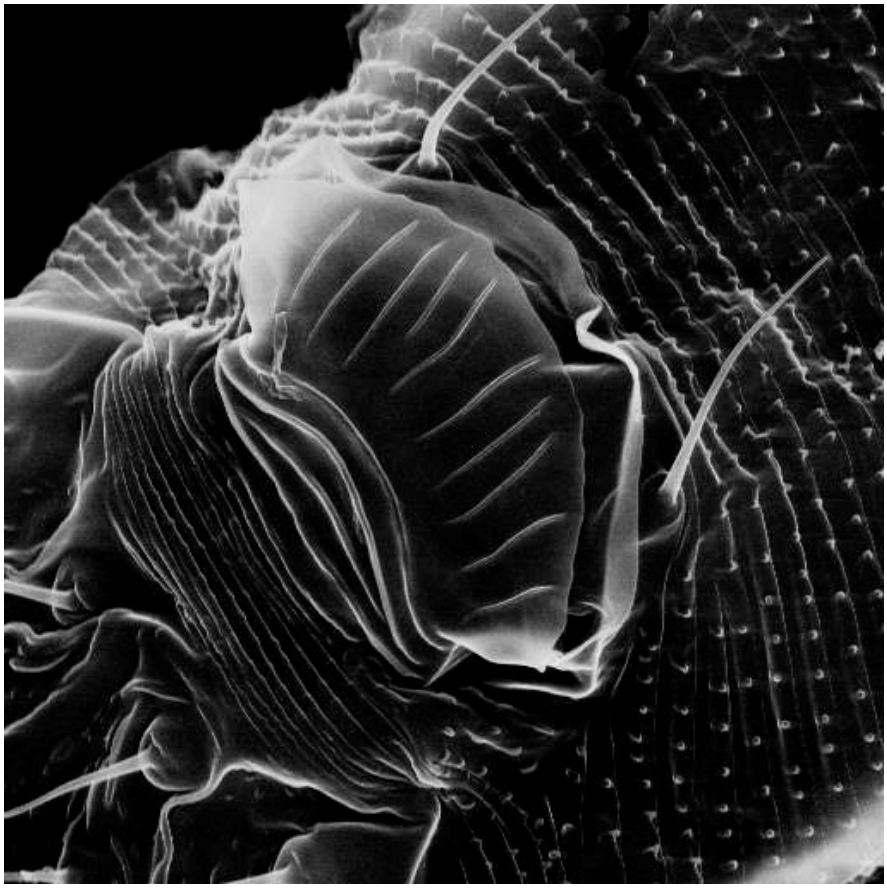
23. ábra: A protogyn nőstény alulnézetben (Gólya)



24. ábra: A járulékos sertepár (Gólya)

25. ábra: Az anális régió és a mikrobordákká alakult mikrotuberkulumok (Gólya és Szabó)

A protogyn egyedek ivartájéka a hátsó láb csípőizülete mögött fekszik. Oldalról általában a hetedik és a tizenegyedik sternit között helyezkedik el. A hátsó csípőkkel közrefogva azonban kilenc-tíz kisebb ránc is torlódik a genitális régió előtt. Felületükön a hasoldali mikrotuberkulumoknál apróbb, jelentéktelen kiemelkedések találhatók. A fölös számú redők a genitália mellett, oldalt olvadnak a szélesebb annulusokba. A nőstények külső ivarszervének felépítésében főként két lemez vesz részt. Közülük az ivartájék morfológiai jellegzetességeit elsősorban a felső, az ivari fedőlemez (epigynium) határozza meg. Félkör alakú felületét tíz hosszanti, folytonos borda díszíti. Kemény lapjának nyitását a tövében lévő három rugalmas redő teszi lehetővé (26. ábra). Az alsó lemez két genitális sertét visel a hátsó szegélyén, fejlett bazális tuberkulumokon. Ezek iránya szinte párhuzamosan a testvég felé mutat. A belső ivarszervben látható kitinizált váz elülső részét a keresztirányú apodemák alkotják, amelyek minden bizonnyal az epigynium nyitását végző izmoknak szolgálnak tapadási helyül. Az apodemáktól hátrafelé a belső genitális váz hosszanti vonalat formál. Ennek hátsó részétől az anális irányban ferdén, vezetékeinek végén a két zsákszerű spermatheca látható (27. ábra).



26. ábra: A protogyn nőstény külső ivarszerve (Gólya és Szabó)

27. ábra: A belső genitália elülső apodemái és spermathecái (Gólya)

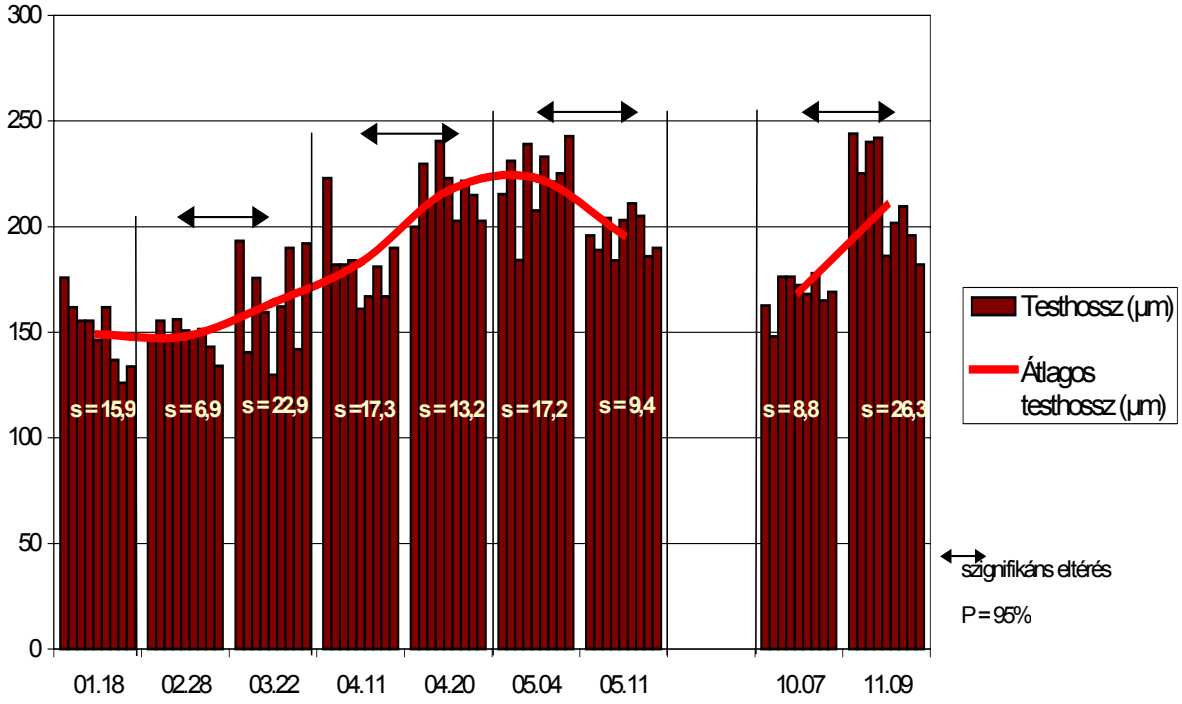
4.2.1.2. A deutogyn alak morfológiája

Az *Aculus schlechtendali* esetében a telet a protogyn egyedektől morfológiájukban is megkülönböztethető deutogyn nőstények vészelik át. A két forma között tapasztalható alaktani eltérések a kedvezőtlen téli időszak túlélését szolgálják, illetve az eltérő életmód (hibernáció) következményei.

A deutogyn és a nyári egyedek között a maximális hosszúságban, szélességben és vastagságban jelentkező különbségeket a hibernáció előtt tápanyagot felhalmozó, valamint a tavaszi peterakáshoz regenerálódott, érő petéktől duzzadó nőstények méretei okozzák (4. táblázat). Az áttelelés során és azt követően a téli alak jelentős méretingadozáson megy keresztül, amely elsősorban a test hosszúságában nyilvánul meg. A fiatal adult – a nyári alakhoz hasonlóan – egyre több tápanyagot köt meg, és a „szétcsúszó" lemezek segítségével vedlés nélkül növekszik. A nimfa stádiumot követő vedlés után kültakarója opálos halványsárgáról világos okkerré változik. A deutogyn egyed telelőre vonulását megelőzően az opisthosoma szöveteiben jelentős tartalékot halmoz fel, ami alakjának teltségében is megmutatkozik. A hibernáció kezdetével életfolyamatai lelassulnak, és a további táplálékfelvétel szünetel. Tavaszig a minimális életfunkciók fenntartásához a felhalmozott tápanyagok biztosítják az energiát. Ezek folyamatos lebontása, valamint az elkerülhetetlen párolgási veszteség a test jelentős méretcsökkenését és alakváltozását idézi elő. A méretbeli eltérés már októberben is megfigyelhető a még aktívan táplálkozó és a levélripacsokba vonult, nyugvó egyedek között. Az alak- és méretváltozás szinte kizárólag az opisthosomán nyilvánul meg, mivel a tápanyagok elsősorban e testrészben rakódnak le, és ennek kutikulája a legvékonyabb, legrugalmasabb. Januárra a testhossz jelentősen csökken, és a testszín besötétedik. Ez a folyamat a prodorzális pajzs állandó szélessége miatt csepp alakot kölcsönöz az eredetileg orsószerűen megnyúlt állatnak (28. ábra). A deutogyn nőstények hosszának eltérése és szórása február végén a legkisebb (29. ábra). Ekkorra a később hibernációba vonult, januárban még nagyobb méretű egyedek is felélik tartalékaikat. A felhalmozott tápanyag felhasználásából eredő méretváltozás alsó határa 126-130 μm. Ezt az értéket elérve további csökkenés nem tapasztalható. A márciusi időszakos felmelegedések hatására a nőstények egy része táplálkozni kezd a rügyek belsejében, de azokat nem hagyja el. Aktivizálódásuk nem egyszerre történik, amit a jelentős méretbeli különbségek is igazolnak ($s = 22,9$). Február végétől április végéig a kifejlett egyedek átlagos hosszúsága szignifikáns ($\alpha = 0,05$) növekedést mutat (29. ábra). A deutogyn nőstényekben a téli víz- és tápanyagveszteség pótlásával indul meg a peteérés. Az adult egyedek színe sötét okkerből fokozatosan világos okkersárgára változik. Áprilisban a testhossz szórása a protogyn alak megjelenéséig csökken, majd növekszik. Május folyamán az átlagos testhossz csökkenését a fiatal protogyn egyedek megjelenése és a deutogyn nőstények folyamatos pusztulása okozza. Ősszel

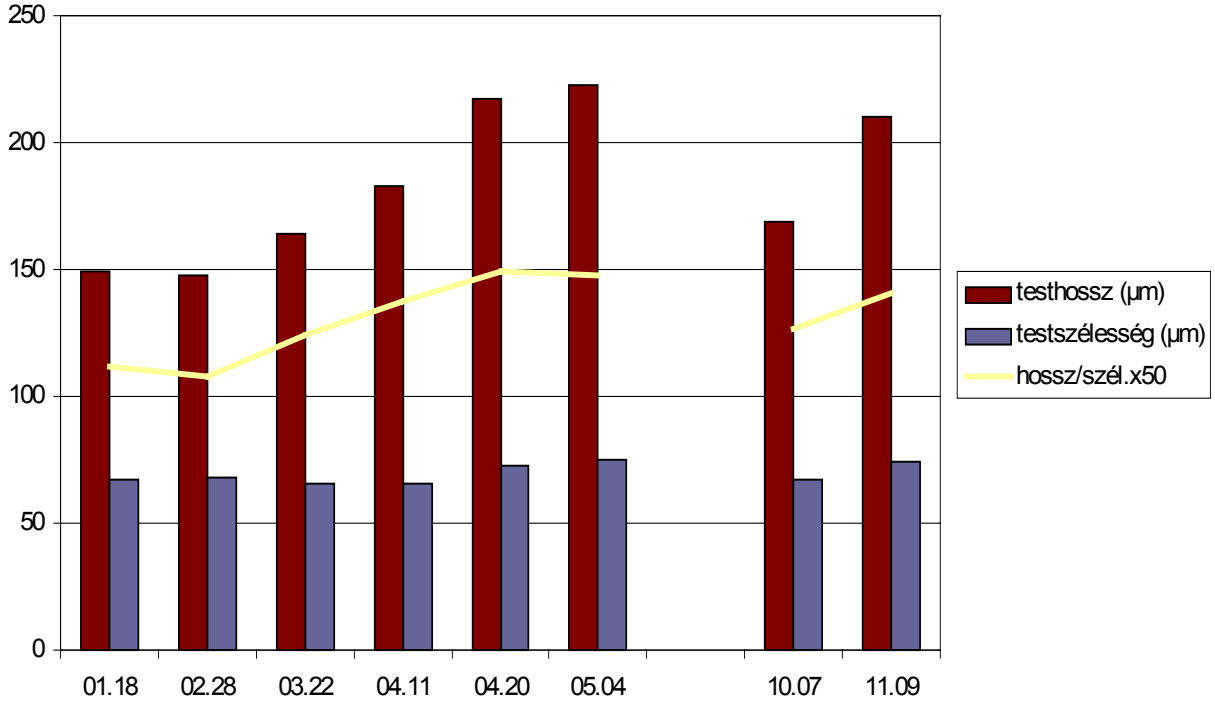
viszont a protogyn alak eltűnése és a deutogyn egyedek tápanyag-felhalmozása növeli szignifikánsan (α = 0,05) a testhosszúságot (29. ábra).

28. ábra: A méretcsökkenésen átesett deutogyn nőstény januárban (Gólya)



29. ábra: Az *Aculus schlechtendali* testhosszváltozása (1999)

Az év folyamán a kifejlett egyedek alakváltozását legjobban a test hosszúságának a szélességéhez viszonyított aránya jellemzi. Mivel az opisthosoma oldalirányú megnyúlása viszonylag csekély (s = 5,07) és a prodorzális pajzs szélessége állandó, így az alak változásában a testhossz ingadozása a meghatározó (s = 31,46) (30. ábra).



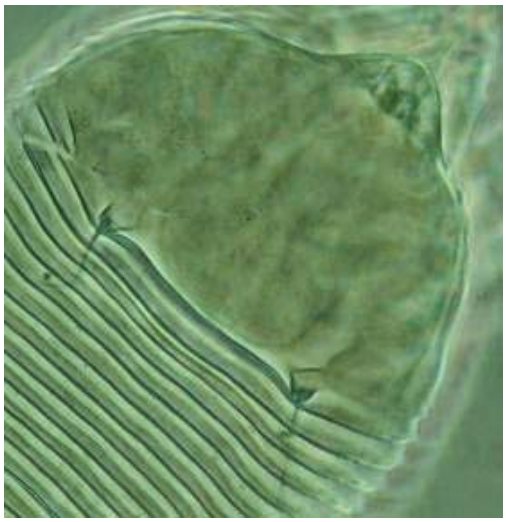
30. ábra: Az alakváltozást meghatározó testhossz és testszélesség aránya (1999)

A szélességhez hasonlóan a test vastagságának szórása sem számottevő (s = 6,11). Januárban és februárban a dorzális félgyűrűk alja enyhe ívű lebenyekben végződik a hát- és hasoldali lemezek közeledése folytán (31. ábra). A dorzális annulusok látszólagos összehúzódása, egymásba csúszása azonban csak hosszirányban, a „szelvényezettségre" merőlegesen tapasztalható. A vékonyabb ventrális lemezek teltsége viszont hát-hasi irányban is változó.

A deutogyn alak ganthosomájának felépítése a nyári egyedekével megegyező. Ezzel szemben, a prodorzális pajzs és a frontális lebeny morfológiájában eltérések tapasztalhatók. A pajzs szinte sima, mintázata kevésbé határozott. Felületén a granulózus vonalak nem jellemzők. A téli egyedek szélesebb alapú, lekerekített frontális lebennyel rendelkeznek, amelyről a páros nyúlványok hiányoznak (32. ábra). Ehhez hasonlóan a tibia két tüskéje szintén visszafejlődött, bár a lábak tulajdonságai közel azonosak (4. táblázat).

A legszembetűnőbb különbségek a téli és nyári alak között az opisthosoma félgyűrűinek számában és a mikrotuberkulumok mennyiségében, alakjában és elhelyezkedésében láthatók. A deutogyn egyedeken a ventrális annulusok száma kevesebb, a dorzálisoké viszont több (4. táblázat).

31. ábra: A nyugvó nőstény oldalnézete januárban (Gólya)



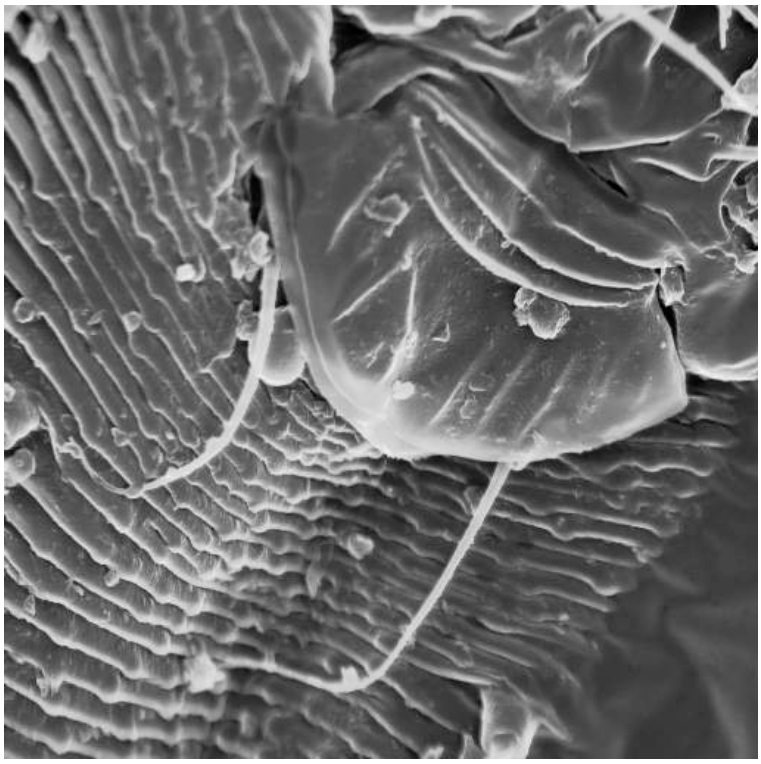
32. ábra: A deutogyn alak prodorzális pajzsa és frontális lebenye (Gólya)

33. ábra: Mikrotuberkulumok hiánya a deutogyn alak dorzális annulusain (Gólya és Szabó)

A téli és nyári forma között a mikrotuberkulizációban tapasztalható különbség igen feltűnő. A deutogynnél a dorzális annulusokon nincsenek mikrotuberkulumok (33. ábra). A ventrális félgyűrűkön pedig az apró kiemelkedések száma lényegesen kevesebb. A protogyntől eltérően a mikrotuberkulumok nem fedik a hasoldal teljes felületét, és alapjuk sem kerek. Többnyire a ventrális oldal középső részén, az egyes annulusok hátsó szegélyén erednek, alakjuk ovális. Mennyiségük a test széle felé rendszertelenül ritkul (34. ábra). A nyári egyedekkel ellentétben méretük nagyobb, formájuk lekerekített, nem hegyes (35. ábra). A hátsó lemezeken – a protogyn alakkal megegyezően – a mikrotuberkulumok lécszerűek. E mikrolécek az utolsó négy gyűrűt teljes szélességben borítják a hasoldalon.

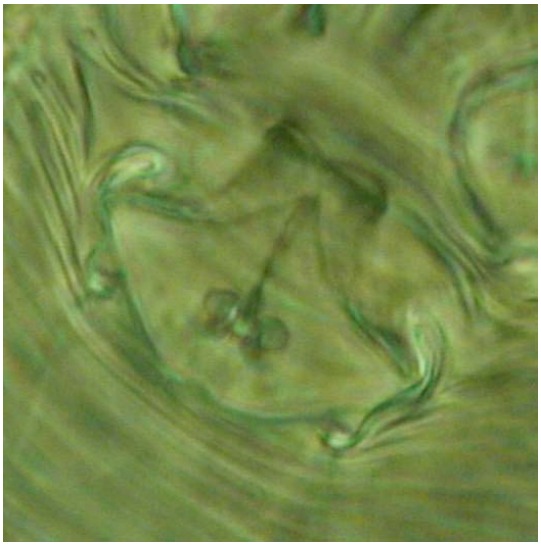
34. ábra: A deutogyn forma alulnézetben (Gólya)

A deutogyn nőstények genitáliája a nyári egyedekével azonos módon, a hetedik és a tizenegyedik ventrális annulus között helyezkedik el (4. táblázat). Fölös számú redők azonban nem torlódnak előtte, továbbá az ivarlemez és a csípők között mikrotuberkulumok sincsenek. Az epigyniumon a tíz borda ugyan látható, de vonaluk kevésbé határozott (35. ábra). Az ivarszerv belső felépítése a nyári formáéhoz hasonló (36., 37. fotó).



35. ábra: A deutogyn nőstény külső ivarszerve és hasoldali mikrotuberkulumjai (Gólya és Szabó)

36. ábra: A spertmatheca és az apodemák elhelyezkedése (Gólya)



37. ábra: A deutogyn nőstény ivarszervének belső váza (Gólya)

A protogyn és deutogyn alak sertéinek meglétében, méretében, irányában és helyzetében szignifikáns eltérések nincsenek. A serték mérete az elkülönítésnek nem megbízható alapja, mivel azok hossza a sérülések folytán nagy szórást mutat. A szőrszerű képződmények tulajdonságai közül csupán az első és második ventrális serte helyének különbsége igazolható, amely a téli egyedek kisebb sternitszámából ered (4. táblázat).

4.2.2. Az Aculus schlechtendali hímjeinek morfológiai jellemzése

5. táblázat: Az *Aculus schlechtendali* hímjeinek főbb alaktani jellemzői

Testhossz	126-178 µm
Testszélesség	45-66 µm
Testvastagság	43-61 µm
Prodorzális pajzs hossza	45 µm
Prodorzális pajzs szélessége	52 µm
Frontális lebeny hossza	10 µm
Dorzális serte hossza	16 µm
Dorzális serték bazális távolsága	31 µm
Gnathosoma hossza	21 µm
Antapikális serte hossza	6 µm
Chelicera hossza	13 µm
1. láb hossza	39 µm
Tarsus hossza az 1. lábon	7,9 µm
Tarsus szélessége az 1. lábon	3,2 µm
Solenidia hossza és jellemzője az 1. lábon	6,9 µm; gombos
Empodium hossza és jellemzője az 1. lábon	5,4 µm; 4 sugarú
Tarzális serte hossza az 1. lábon	23 µm
Tibia hossza az 1. lábon	8,4 µm
Tibia szélessége az 1. lábon	3,2 µm
Tibiális serte hossza az 1. lábon	5,4 µm
Genu hossza az 1. lábon	5,8 µm
Genu szélessége az 1. lábon	5,4 µm
Térdserte hossza az 1. lábon	20 µm
Femur hosszúsága az 1. lábon	11 µm
Femur szélessége az 1. lábon	6,5 µm
Femorális serte az 1. lábon	11 µm
Trochanter hosszúsága az 1. lábon	4,6 µm
Trochanter szélessége az 1. lábon	7,2 µm
2. láb hossza	35 µm
Tarsus hossza a 2. lábon	7 µm
Tarsus szélessége a 2. lábon	3,1 µm
Solenidia hossza és jellemzője a 2. lábon	6,9 µm; gombos
Empodium hossza és jellemzője a 2. lábon	5 µm; 4 sugarú
Tarzális serte hossza a 2. lábon	19 µm
Tibia hossza a 2. lábon	7,8 µm
Tibia szélessége a 2. lábon	3,1 µm
Tibiális serte a 2. lábon	5,4 µm
Genu hossza a 2. lábon	5,4 µm
Genu szélessége a 2. lábon	5,2 µm
Térdserte hossza a 2. lábon	8,8 µm
Femur hosszúsága a 2. lábon	10 µm
Femur szélessége a 2. lábon	6,1 µm
Femorális serte hossza a 2. lábon	10,8 µm
Trochanter hosszúsága a 2. lábon	4,3 µm
Trochanter szélessége a 2. lábon	7 µm
1. coxális serte hossza	10 µm
1. coxális serték bazális távolsága	11,5 µm

2. coxális serte hossza	14 µm
2. coxális serték bazális távolsága	9,2 µm
3. coxális serte hossza	35 µm
3. coxális serték bazális távolsága	24 µm
Dorzális annulusok (tergitek) száma	30 (28-31)
Ventrális annulusok (sternitek) száma	62 (58-68)
Genitália elhelyezkedése	7-11. ventrális annulus
Genitália hossza	17 µm
Genitália szélessége	23 µm
Genitália mintázata	granulózus
Genitális serte helye	11. ventrális annulus
Genitális serte hossza	15 µm
Genitális serték bazális távolsága	17 µm
Oldalserte helye	12. ventrális annulus
Oldalserte hossza	26 µm
Oldalserték bazális távolsága	48 µm
1. ventrális serte helye	24. ventrális annulus
1. ventrális serte hossza	45-58 µm
1. ventrális serték bazális távolsága	32 µm
2. ventrális serte helye	37.* (36-41) ventrális annulus
2. ventrális serte hossza	17 µm
2. ventrális serték bazális távolsága	18 µm
3. ventrális serte helye	5. ventrális annulus a testvégtől
3. ventrális serte hossza	31 µm
3. ventrális serték bazális távolsága	23 µm
Farokserte helye	anális lemez
Farokserte hossza	75 µm
Farokserték bazális távolsága	11 µm
Járulékos serte helye	anális lemez
Járulékos serte hossza	3,1 µm
Járulékos serték bazális távolsága	5,1 µm

A hím egyedek csak a nyári nemzedékekben fordulnak elő. Formájuk orsó alakú, színük opálos halványsárga (38., 39., 40. ábra). Hosszúságuk, szélességük és vastagságuk a nőstényekénél némileg kisebb (4., 5. táblázat). Testük a hosszához képest általában keskenyebb, egyenletesebb szélességű, mivel abban peték nem fejlődnek. Tapasztalt szem számára a hímek a nőstényektől többé-kevésbé elkülöníthetők, bár teljes bizonyosságot csak az ivarszerv vizsgálata adhat.

A gnathosoma, a lábak felépítése, helyzete és sertézettsége a nőivarú egyedekkel megegyező. A csípők granulózusak, felületüket apró vonalak, ráncok díszítik a hajlatok és domborulatok irányát követve (41. ábra).

A hímek prodorzális pajzsának mintázata a nőstényekéhez szintén hasonló, felületén granulózus vonalak határozott mintája látható (42. ábra). A frontális lebenyen a protogyn egyedekre jellemző

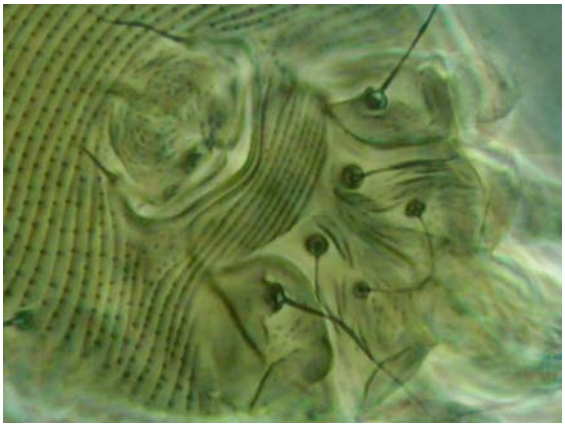
* leggyakoribb érték

két nyúlvány ugyancsak megfigyelhető. A dorzális serték a pajzs hátsó szegélyén erednek, széttartók, irányuk ferdén hátrafelé mutat.

38. ábra: A hím felülnézetben (Gólya)

39. ábra: A hím alulnézetben (Gólya)

40. ábra: A hím oldalnézetben (Gólya)

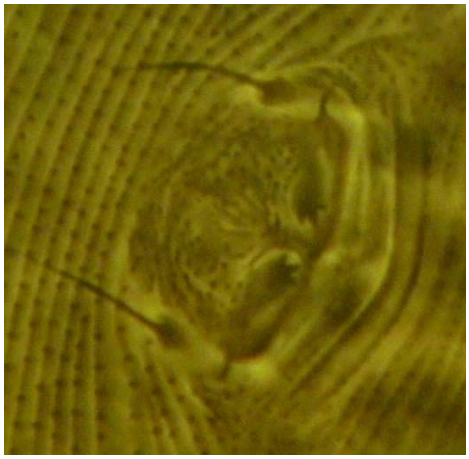


41. ábra: A hím coxális testfelülete és a mögötte elhelyezkedő ivarszerve (Gólya)

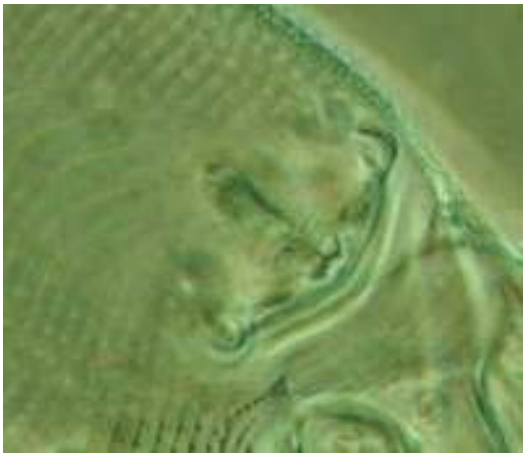
42. ábra: A hím hátpajzsa és gnathosomája (Gólya)

Az opisthosoma látszólagos szelvényezettségében, a mikrotuberkulumok alakjában és eloszlásában, a serték helyzetében és méretében lényeges különbségek nincsenek a két ivar között (4., 5. táblázat). A ventrális annulusok összeolvadva szélesebb dorzális félgyűrűket alkotnak a hátsó öt gyűrű kivételével. Az opisthosoma hasoldala parányi, kerekded alapú, hegyes mikrotuberkulumokkal egyenletesen fedett. Az utolsó 7-8 félgyűrűn az apró kiemelkedések fokozatosan megnyúlnak és mikrolécekké alakulnak. A hátoldalt megnyúlt, ovális alapú, a lemezek hátsó szegélyétől ellapuló mikrotuberkulumok borítják. A protogyn nőstényektől az oldal-, a genitális, a ventrális, a farok- és a járulékos serték jellemzőinek eltérése sem számottevő. Az első ventrális serték hossza a hímeknél ugyan nagyobb, de a gyakori sérülések és az adatok jelentős szórásának következtében ez a különbség nem igazolható.

A hímek ivarszerve a nőstényekétől külső és belső felépítésében jól megkülönböztethető. A genitália azonos helyen, a hetedik és a tizenegyedik ventrális annulus között helyezkedik el. A nőstényekre oly jellemző bordázott ivari fedőlemez azonban hiányzik. Ebből eredően, a fedőlemez nyitását szolgáló redők sem láthatók az ivartájék felett. A genitália nyílása ív alakú hasadék, amely a test eleje felé hajlik. Nyitása is ebben az irányban történik. A nyílást elölről egy hasonlóan hajlott, megvastagodott és kiemelkedő kitinizált szegély határolja. Mögötte pedig a külső ivarszerv jellegzetes, kitinizált lemeze foglal helyet. A nőstényekkel ellentétben a genitália elé fölös számú ráncok nem torlódnak. A mikrotuberkulumok átmérője az ivarnyílás előtt lényegesen kisebb. Az ivartájék lemeze granulózus. „Szemcsézettsége” azonban a középső tengelye mentén hiányzik, de a két oldalán a kissé domború felület ívét követi. Az ivarnyílás mögött a genitália két szemölcse feltűnő, háromágú tulipán rajzolatot visel a szimmetriatengelyének két felén (43., 44. ábra). Az ivarszerv belső felépítése viszont kevésbé látható. A belső apodemák haránt irányban, a genitália elején helyezkednek el. Funkciójuk szerint valószínűleg a nyitást szolgáló izmoknak biztosítanak tapadási helyet. Az ivarvezeték a genitális lemez alatt középen, hosszanti irányban húzódik.



43. ábra: A külső hímivarszerv (Gólya)



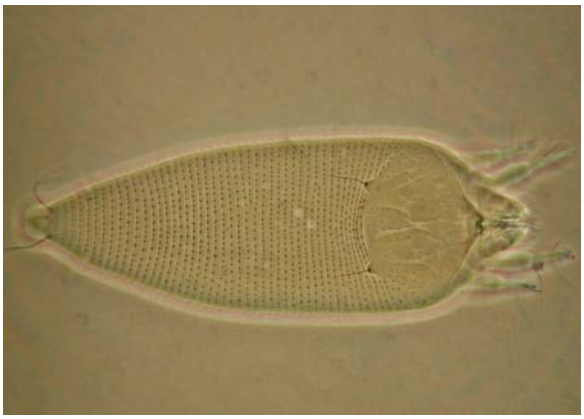
44. ábra: A belső hímivarszerv (Gólya)

4.2.3 Az Aculus schlechtendali petéinek, lárváinak és nimfáinak morfológiája

A lerakott peték formája kerekded, kissé lapított. Színük áttetsző, opálos halványsárga. Átmérőjük mintegy 40-50 µm. Alakjuk a nőstények testében ovális, de a 23 µm széles ivarnyíláson áthaladva valószínűleg deformálódnak. Végső formájukat a levéllemezre helyezve érik el.

A lárvák és a nimfák morfológiájukban igen hasonló felépítésűek (45., 46. ábra). Jelentősebb eltérés csak testük méretében és alakjában tapasztalható (6. táblázat). A lárvák nagysága körülbelül 70 µm-től 107 µm-ig terjed. Színük sárgásfehér. Az ivarérett alakokhoz hasonlóan a testhossz e fejlődési szakaszban is nagy változatosságot mutat. A nimfák 104-126 µm-esek, színük halvány okkersárga. Testük a lárvákénál megnyúltabb, de hosszúságuk és szélességük aránya a kifejlett alakra jellemző értéket nem éri el. Az egyedfejlődési stádiumok végén a lárvák a nimfákhoz, a nimfák pedig az adulthoz hasonló testnagysággal rendelkeznek. Ennek oka, hogy a nimfa, illetve a kifejlett stádiumot közvetlenül megelőző krizális állapotokban aktív táplálékfelvétel és növekedés már nem tapasztalható.

45. ábra: Az *Aculus schlechtendali* lárvája (Gólya)



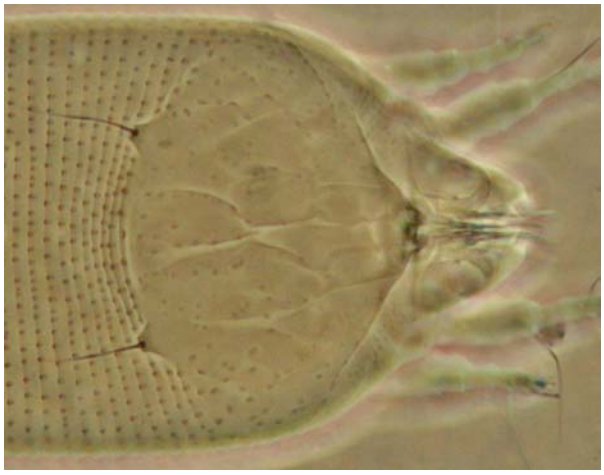
46. ábra: Az *Aculus schlechtendali* nimfája (Gólya)

6. táblázat: A lárvák és nimfák néhány morfológiai jellemzője

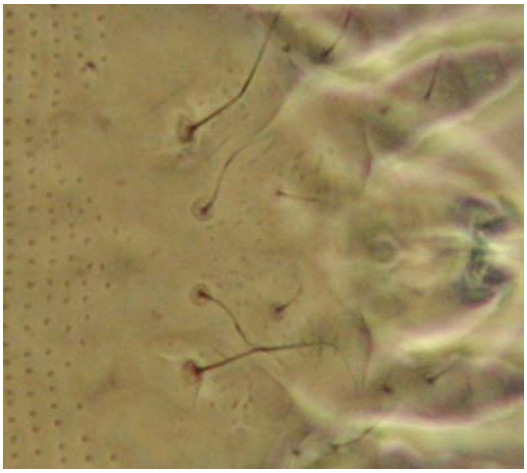
Lárvák maximális testhossza	107 µm
Nimfák maximális testhossza	125 µm
Lárvák maximális testszélessége	60 µm
Nimfák maximális testszélessége	69 µm
Opisthosoma gyűrűinek száma	46-50 gyűrű
Genitális serte elhelyezkedése	11. gyűrű
Oldalserte elhelyezkedése	12-13. gyűrű
1. ventrális serte elhelyezkedése	22-24. gyűrű
2. ventrális serte elhelyezkedése	30-34. gyűrű
3. ventrális serte elhelyezkedése	5. gyűrű a testvégtől
Farokserte elhelyezkedése	anális lemez
Járulékos serte megléte	van

A lárvák és a nimfák prodorzális pajzsát az adultéhoz hasonló granulózus vonalak díszítik (47. ábra). Frontális lebenyük a pajzshoz széles alappal kapcsolódik, amelynek mérete rövidebb és alakja kevésbé kiugró. Két tüskéje előre és lefelé mutat. A dorzális serték elhelyezkedése és iránya a kifejlett egyedekével szintén megegyező.

A lábak és csípők mérete az adulténál kisebb, de felépítésük és sertézettségük azonos. A csípők felülete granulózus, rajtuk rövid vonalak futnak (48. ábra). A sternális vonal határozott.



47. ábra: A nimfa prodorzális pajzsa és gnathosomája (Gólya)



48. ábra: A nimfa testének coxális felülete (Gólya)

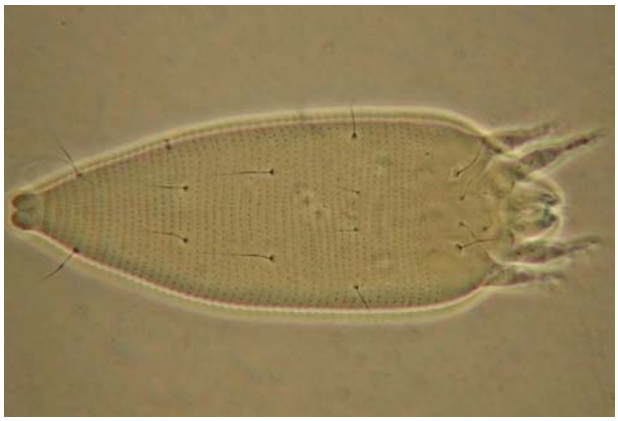
A kifejlett alaktól eltérően, a lárvák és a nimfák dorzális és ventrális annulusai egységes gyűrűket alkotnak. A hát- és hasoldali lemezek differenciálódása csak a nimfa stádium után következik be. A gyűrűk száma a deutogyn alak ventrális annulusaihoz hasonlóan 46-50 darab (4., 6. táblázat, 49. ábra). A látszólagos szelvények hátsó szegélyén kerekded alapú, hegyes mikrotuberkulumok ülnek. Ezek iránya hátrafelé mutat, amelynek a test előre mozgatásában lehet szerepe. A mikrotuberkulumok a hasoldal utolsó 7-8 gyűrűjén megnyúlnak, és a hátsó 5 „szelvényen" az adultéval megegyezően mikrobordákká alakulnak. A kifejlett protogyn egyedekhez képest azonban a mikrotuberkulumok mennyisége a hátoldalon lényegesen több. Kerekded, kissé ovális alakjuk szintén jelentős eltérést mutat.

Az opisthosoma sertéi fejlett bazális szemölcsökön erednek, számuk és irányuk a kifejlett egyedekével azonos (50. ábra). Elhelyezkedésük a kisebb ventrális lemezszám miatt a deutogyn alak sertéihez hasonló (4., 6. táblázat).

A lárvák és nimfák genitáliája hiányzik, annak külső lemeze e stádiumokban még nem jelenik meg. Későbbi elhelyezkedésére csak a genitális serték utalnak, amelyek a tizenegyedik ventrális gyűrűn, fejletlen tuberkulumokon láthatók. A lárvák esetében az ivari serték hiányozhatnak is. A genitális serték mérete az adulténál rövidebb, és iránya a testvég felé mutat. Bazális szemölcseik között az opisthosoma felülete sima, azon mikrotuberkulumok nem találhatók (50. ábra).

A lárva és nimfa stádiumokban a hím és a nőstény egyedek megkülönböztetése az ivarszerv hiánya miatt nem lehetséges. Továbbá a protogyn és deutogyn alak elkülönítésére alkalmas morfológiai bélyegek sem láthatók a kifejlett alakot megelőző egyedfejlődési szakaszokban.

49. ábra: A lárva oldalnézetben (Gólya)



50. ábra: A nimfa alulnézetben (Gólya)

4.3. Biológia

4.3.1. Az Aculus schlechtendali életmódja

Az almaterméseűek levélatkája a szabadon élő Eriophyoidea fajokhoz tartozik. A kifejlett alak a testfelépítésében vagrant levélatkákra jellemző jegyeket visel, mint például a frontális nyúlvány és a szélesebb dorzális annulusok. Bár a fejletlen egyedfejlődési állapotokban az opisthosoma lemezei ventrodorzálisan még nem különülnek el, a lárvák és nimfák szintén az adulthoz hasonló, szabad életmódot folytatnak. Az *Aculus schlechtendali* testfelépítésében és életmódjában tapasztalható tulajdonságok egyértelműen epimorfózisra utalnak a különböző egyedfejlődési stádiumok és a kifejlett alak között. A lárvák és a nimfák esetében a külső ivarszervek hiánya, fejletlensége miatt szaporodási tevékenység értelemszerűen nincs. A funkcionálisan szúró-szívó típusú szájszervük felépítése, valamint táplálkozási formájuk a kifejlett egyedekével megegyező.

Az adult morfológiáját és fajfenntartásban betöltött szerepét tekintve az *Aculus schlechtendali*-nak két alakját kell megkülönböztetni. A termékenyebb *protogyn* nőstények a vegetációban a faj tavaszi felszaporodását, a számos nyári nemzedék (kb. 6-7) létrejöttét teszik lehetővé. Utódaik között július végéig csak hím és nőivarú protogyn egyedek fordulnak elő, de a továbbiakban a másik formát képviselő *deutogyn* nőstények is megjelennek. A hímek alaktani tulajdonságai – az ivarszerv kivételével – a protogyn nőstényekével egyeznek meg. A deutogyn egyedek morfológiájukban és életmódjukban viszont eltérnek a protogyntől, a tél átvészelésére specializálódnak. Ivarukat tekintve nőstények, a tavaszi nemzedéksor elindítói. Utódaik protogyn nőstények és hímek lehetnek.

Magyarországon a nyári egyedek általában április végén, május elején kelnek az áttelelt (deutogyn) nőstények petéiből. Ivarérettségüket májusban érik el, és a populáció jelentős növekedésnek indul. Utódaik ekkor még kizárólag a nyári formához tartozók. Bár a vegetáció alatt az egyes generációk összefolynak, az időjárás felmelegedésével mégis látható, hogy az egy nemzedék, illetve a különböző egyedfejlődési alakok kifejlődéséhez szükséges időtartam lerövidül. Részben ennek eredményeként a felszaporodás júniusban a legintenzívebb, amelyhez nagymértékben hozzájárulnak a hazai klimatikus viszonyok sajátosságai is. Magyarországon az *Aculus schlechtendali* számára az ökológiai feltételek júniusban a legkedvezőbbek. A fajnak a párás (minimum 60 % RH) és meleg (max. 24-28 C°, átlag 18-22 C°) időjárás kedvez.

Az atkák tápnövényen belüli elhelyezkedését az abiotikus tényezők a tápnövény morfológiai és anatómiai jellemzőivel együtt határozzák meg. Az *Aculus schlechtendali* a levelek színén ritkán fordul elő, feltehetően az epidermisz-sejtek falának nagyobb vastagsága és a környezeti tényezőkkel szembeni fokozott kitettség miatt. A levélfonák sűrűbb érhálózata és vékonyabb bőrszövete viszont táplálkozási szempontból, az erek felületén eredő lényegesen dúsabb levélszőrzet pedig a mozgás és a védelem szempontjából biztosít előnyösebb feltételeket. A párologtatásra érzékeny, vékony kutikulájú egyedek a szél, a napfény, az eső és a homokverés ellen a levélfonák szőrzetében

keresnek menedéket. Az *Aculus schlechtendali*-nál nagyobb testű, gyorsabb ragadozók zsákmányszerzését a sűrű levélszőrzet szintén akadályozhatja. Mindezekből eredően, a faj a dúsabb levélszőrzettel rendelkező almafajtákon fordul elő nagyobb számban.

Az almaterméseűek levélatkája a fenológiától és a bőrszövet minőségétől függően a gazdanövény különböző részein károsíthat. Az áttelelt egyedek hibernációjukból felébredve a rügyek belső, zöld szövetein kezdik meg a táplálkozást. Később a fakadó, majd az érett leveleken, esetleg a virág- és gyümölcskocsányon, a zöld csészeleveleken vagy a fiatal gyümölcskezdeményeken szívogatnak. A nyár folyamán azonban az atkák csak a levelek fonákján táplálkoznak valószínűleg a gyümölcskocsány és a termés bőrszövetének korai megvastagodása, és a csészelevelek elöregedése miatt. Az *Aculus schlechtendali* jellemzően a hajtásvégi, az anyagcseréjében feltehetően intenzívebb és fehérjetartalmában gazdagabb leveleket részesíti előnyben. A koronában tapasztalható egyenetlen eloszlása elsősorban e preferencia következménye.

A helyváltoztatásban az almaterméseűek levélatkája sajátos mozgás- és terjedésmóddal rendelkezik. Morfológiai adottságaiból eredően, megnyúlt testét az elől ízesülő lábak vonszolják előre. Az elülső láb húzó és a második húzó-támasztó funkcióját a tarsus jól fejlett „karmai” segítik. A gombos solenidion és az apró elágazásokkal, horgokkal rendelkező „tollas karom” akár függőleges levélfelületen is megfelelő rögzítést biztosít. A lábak egyéb sertéi a levélszőrökön könnyítik meg a mozgást. A hosszú farokserték is hasonló feladatot látnak el. Segítségükkel az *Aculus schlechtendali* az alakját meghazudtolva függeszkedik, olykor ágaskodik a levél szőrein. Hasoldali mikrotuberkulumjai és sertéi a testvég felé mutatnak, így azok állása szintén az előrehaladást szolgálja. A páros ventrális serték és az anális lemezek a megnyúlt opisthosoma alátámasztásában és egyensúlyozásában elengedhetetlenek.

A hajtások felületén a levélatkák helyváltoztatása aktív folyamat, de az egymással nem érintkező gazdanövényeken és koronán belüli ágakon a terjedésük csak passzív úton lehetséges. Ennek legegyszerűbb és leggyakoribb módja a légmozgások kihasználása. Megfigyeléseink szerint a levélszőrökön ágaskodó, faroksertéikkel rögzült egyedeket már az enyhe légáramlatok (1 m/s) is továbbsodorják. A terjedés a légmozgások segítségével azonban bizonytalan. A mortalitás nagysága a terjedési távolsággal fokozatosan növekszik, ugyanis az *Aculus schlechtendali* a kiszáradásra és a párologtatásra igen érzékeny. A terjedési kockázatot a szűk tápnövényköre tovább növeli. A gyümölcsösök kivételével az egyedek kis valószínűséggel jutnak a megfelelő *Malus*, illetve *Pyrus* gazdanövényekre. Részben ennek következményeként a faj nagy utódszámú, „r-stratégista” szaporodásbiológiájával igyekszik ellensúlyozni a különböző okokból bekövetkező pusztulási arányt.

A tél sikeres átvészelésében oly fontos deutogyn alak hazánkban május folyamán tűnik el a populációkból, majd újbóli megjelenése júliusban tapasztalható. Telelőre vonulása általában augusztusban kezdődik, de csak szeptembertől válik tömegessé. A téli egyedek aránya fokozatosan

növekszik, míg a protogyn nőstények és a hímek mennyisége csökken, bár néhány példányuk még november elején is előfordul a leveleken. A hibernációs helyeket kizárólag az ivarérett, deutogyn nőstények keresik fel. A telelőre vonulás kiváltásában – feltételezésünk szerint – az ősszel leálló levélképzés, a levelek fiziológiás állapotának megváltozása (öregedése), a csökkenő hőmérséklet és fotóperiódus játszik szerepet. A nyugalmi állapot nyárvégi, őszi kialakulása azonban nem egyértelműen fakultatív folyamat, hiszen annak kezdetén a tápnövény állapota és az időjárás egyaránt megfelelő. A telelőre vonulás általában novemberben végződik. Ezt követően a téli eleji egyedszámban tapasztalható szignifikáns csökkenést a minimum hőmérséklet határozza meg.

A deutogyn egyedek mielőtt téli nyugvóhelyeikre vándorolnának jelentős mennyiségű tartalék tápanyagot halmoznak fel az opisthosoma szöveteiben, amely annak méretében és teltségében is megmutatkozik. A tél folyamán e tartalék biztosítja az energiát a minimálisra csökkent anyagcseréjű test életfunkcióihoz. Ennek lebontása során a rugalmas opisthosoma jelentős méret- és alakváltozáson megy keresztül, elsősorban hosszúsága csökken.

Az *Aculus schlechtendali* esetében, a hibernációs helyek kiválasztásában preferencia figyelhető meg, amely a telelő egyedek eloszlásában látható. A deutogyn nőstények a rügyek közelében, a termőnyársak laza kéregpikkelyei alatt telelnek legnagyobb mennyiségben. A téli hónapokban az egyéves vesszők nyugvó rügyeinél szintén számos atka fordul elő a külső, kemény rügypikkelyek alatt, a második pikkelylevél szőrzetében, illetve a rügyalap és a hajtás által közrefogott ráncokban, valamint a rügyek közelében elhelyezkedő levélripacsok hasítékaiban. Ezzel szemben a csúcs- és a szorosan zárt, kisméretű oldalrügyekben alig, a vesszők felületén pedig nem találhatók egyedek. A deutogyn nőstények többnyire csoportosan, fejtorukkal lefelé, szorosan egymás mellett helyezkednek el a szűk hasadékokban. A laza kéregpikkelyek alatt azonban rendszertelenül simulnak egymáshoz. Kis egyedszámnál az *Aculus schlechtendali* egyesével is telelhet. A hibernációs helyeken gyakran más atkákkal (Tarsonemidae, Tydeidae, Stigmaeidae, Tetranychidae, esetleg Phytoseiidae fajokkal) együtt fordul elő, mivel a tél közeledtével a közös élettéren élő fajok a gazdanövény időjárási tényezőktől védett részeit keresik fel.

A telelő *Aculus schlechtendali* táplálkozása, mozgása és szaporodási tevékenysége szünetel. Szaporodási diapauzája és egyéb életfolyamatainak időszakos nyugalmi állapota azonban különbözik. Az almaterméűek levélatkájának diapauzája fakultatív jellegű, amely optimális klimatikus viszonyokkal megszakítható. Kedvező hőmérsékleten a nyugvó deutogyn nőstények rövid idő alatt aktivizálódnak (1,5-2 óra). A levelekre helyezve 3-4 órán belül táplálkozni kezdenek, de peterakásuk nem indukálható. A szaporodási tevékenység megindulásához az áttelelt egyedeknek egy „érési táplálkozásnak” nevezhető időszakon kell átesniük. Ennek során az elvesztett víz és tápanyag pótlása történik, amely az opisthosoma méret- és alakváltozásában szintén

megmutatkozik. E folyamat időtartama legalább 2-3 hét, amely a klimatikus körülményektől (elsősorban a hőmérséklettől) és a tápnövény állapotától függően változó.

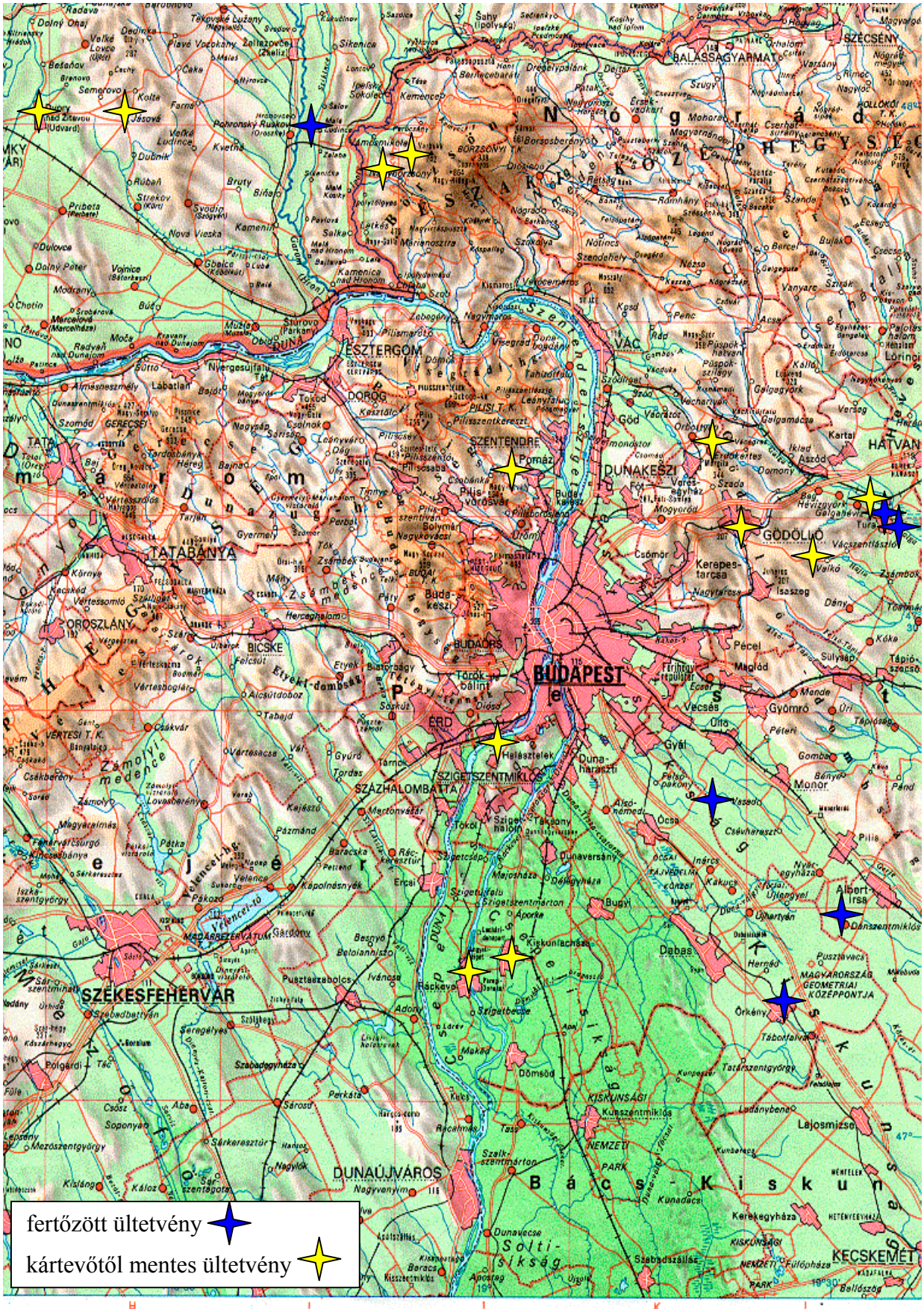
A tapasztalatok szerint az áttelelt atkák aktivizálódása 8-9 C°-on kezdődik. Áttelelésük sikerét főként a hőmérséklet határozza meg. Januártól márciusig a fajnak a szélsőséges lehűlésektől mentes, hideg időjárás kedvez a diapauza folytonossága miatt. A hőmérséklet jelentős napi ingadozása, a nappali felmelegedés és az azt felváltó éjszakai fagyok ugyanis a diapauzájukból „felébredt" nőstények jelentős pusztulását okozhatják. A tél végi időjárás tartós enyhülésével a deutogyn egyedek a rügyek belső, zöld szövetein kezdik meg a víz- és tápanyagveszteség pótlását. Előjövetelük rügyfakadástól tapasztalható. Ennek ütemét ugyancsak a hőmérséklet szabja meg. Az áttelelt egyedek teljes mennyisége április második felére hagyja el a hibernációs helyeket. A deutogyn nőstények peterakása hazánkban áprilisban kezdődik, amely az „érési" perióduson keresztül a fokozatos felmelegedéstől és a megfelelő növényfenológiától függ.

Az *Aculus schlechtendali* téli diapauzája mellett a kvieszcencia jelensége szintén megfigyelhető. A tavaszi időszakban a hirtelen lehűlések hatására az egyedek gyakran kerülnek ideiglenes nyugalomba. A lehűléseket követő felmelegedésben viszont gyorsan aktivizálódnak és folytatják a táplálkozást. Az atkákat 2-5 C°-ra hűtve e folyamat a vegetációban bármikor, akár nyáron is szimulálható. A kvieszcenciában az almaterméűek levélatkája több napig megőrzi életképességét, de 0 C° alatt a mortalitása már jelentős.

4.3.2. Az Aculus schlechtendali elterjedtsége

Hazánk éghajlata az almaterméűek levélatkája számára megfelelő. A faj jól alkalmazkodott a mérsékelt égöv és a vegetáció szezonális jellege szabta korlátokhoz. Magyarországon fő gazdanövényének, az almának a termesztése viszonylag nagy felületen folyik, és annak vad változatai szintén gyakori elemei a magyar flórának. Mindezek a terjedés lehetőségét biztosítják az *Aculus schlechtendali* számára. A hasznos élőkre gyakran nem szelektív növényvédelem pedig a káros felszaporodásának kockázatát növeli a természetes szabályozás hiányában.

Az almaterméűek levélatkájának elterjedtségét különböző almafajtákon (Éva, Gála, Gloster, Golden Delicious, Idared, Jonagold, Jonagored, Jonathan, Príma, Starcrimson, Starking), Pest megyében, valamint az Ipoly és a Garam hasonló ökológiai adottságú vidékén, Szlovákiában vizsgáltuk (lásd 3.2. fejezet). A mintavételeket elsősorban nagyüzemi almásokban és néhány háztáji gyümölcsösben végeztük. A megfigyelt tizennégy üzemi ültetvényből (51. ábra) a kártevő jelenlétét ötben észleltük (Tura, Dánszentmiklós, Felsőbabád, Örkény, Kisölved /SK/). A kezeletlen háztáji és vadon termő gyümölcsfákon a faj nem fordult elő.



51. ábra: Az *Aculus schlechtendali* elterjedtsége Pest megyében, valamint az Ipoly és a Garam hasonló ökológiai adottságú, szlovákiai vidékén (1998)

4.4. Populációdinamika

4.4.1. Az Aculus schlechtendali populációdinamikája Magyarországon

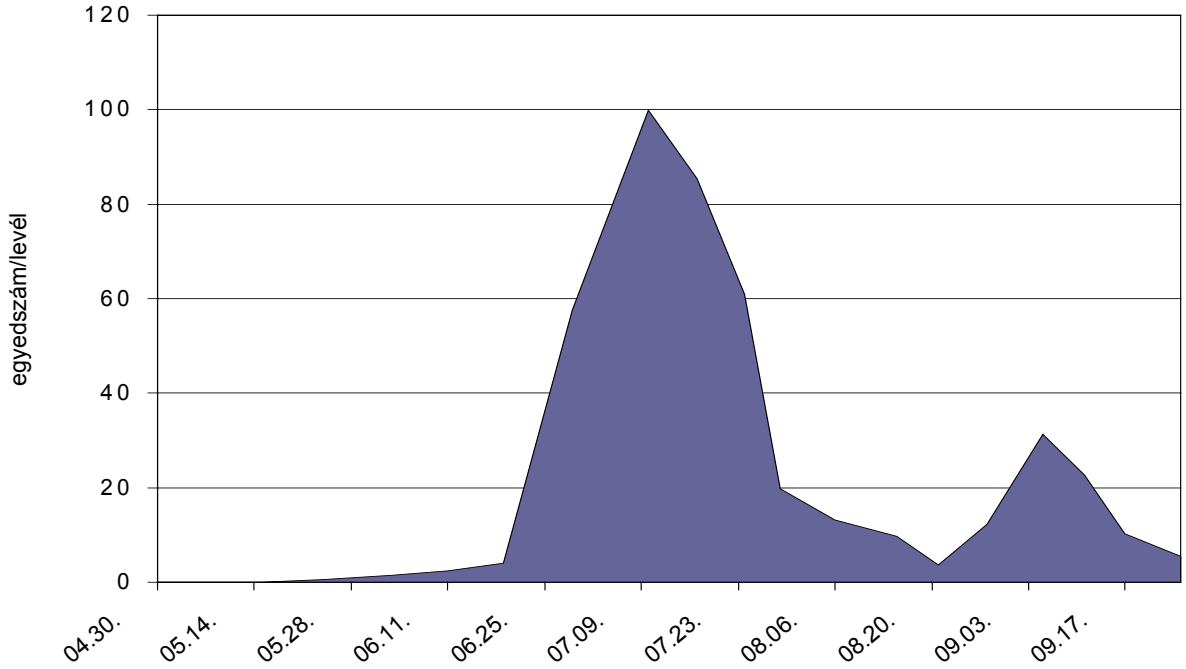
Az almatermésűek levélatkájának különböző években és területeken megfigyelt populációja – a felszaporodás mértékétől eltekintve – hasonló dinamikát mutat. A sikeresen áttelelt deutogyn nőstények rügyfakadástól hagyják el a hibernációs helyeket, és kezdik meg a téli víz- és tápanyagveszteségük pótlását a zöld részeken. Április második felére gyakorlatilag teljes mennyiségük előjön. Peterakásuk áprilisban kezdődik, így megfelelő ökológiai körülmények mellett a protogyn alak megjelenése április végétől, május elejétől tapasztalható. A nyári egyedek ivaréretté válásával, a deutogyn forma fokozatos eltűnése ellenére a népesség növekedésnek indul. Magyarországon ennek intenzitása május második dekádjától, júniusban a legnagyobb. A téli alak ekkor már nem fordul elő a populációban. A hímek jelenléte május elejétől tapasztalható. Az egyedszám általában június végén, július elején éri el csúcspontját, és a fák koronájának külső és felső részein koncentrálódik. A populációs csúcsot kezdetben gyors, majd lassuló csökkenés követi. Hazánkban az egyedszám augusztus második felében a legkisebb. Augusztus végén, illetve szeptember elején a populációban gyakran jelentéktelen felszaporodás tapasztalható. A deutogyn egyedek augusztusban ismét növekvő arányban fordulnak elő a leveleken, bár első megjelenésük valószínűleg júliusra tehető. Telelőre vonulásuk augusztusban kezdődik, de csak szeptemberben válik tömegessé. Az atkák fokozatosan eltűnnek a levelekről, és a téli forma egyre nagyobb mennyiségben fordul elő hibernációs helyeken. A protogyn nőstények és hímek száma folyamatosan csökken, bár néhány példányuk még november elején is megtalálható az öregedő leveleken. A telelésre alkalmas részeken azonban csak a deutogyn alak lelhető fel.

4.4.2. Az Aculus schlechtendali populációdinamikáját befolyásoló abiotikus tényezők

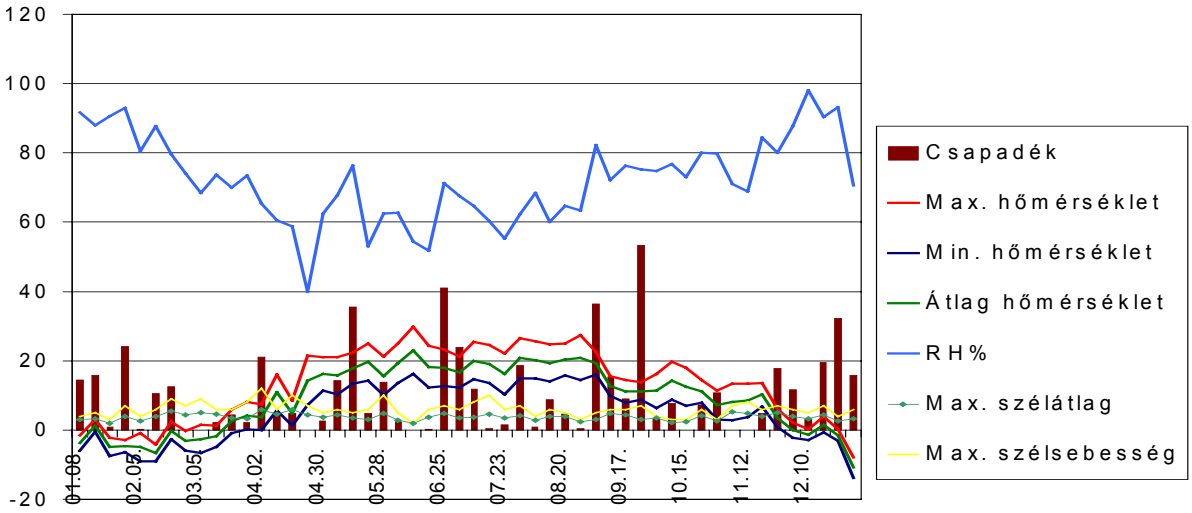
1996-ban a populációdinamikai felméréseket Turán, Jonathan almafajtán végeztük. A hideg tél és a kései kitavaszodás nem kedvezett az *Aculus schlechtendali* áttelelésének. A deutogyn nőstények előjövetelekor tapasztalt alacsony (40 %-os) relatív páratartalom és az erősebb szelek (10 m/s) minden bizonnyal tovább növelték a mortalitást. A májusi időjárás többnyire kedvező volt a faj számára, de a népesség a minimális kezdeti egyedszám miatt csak lassan emelkedett. Ütemét a június első két dekádjában jelentkező alacsony (50 % körüli) relatív légnedvesség tovább mérsékelte. Ezt követően a megfelelő ökológiai viszonyok (65-71 % RH, mérsékelt esők, 18-23 C°-os átlaghőmérséklet) kedveztek az intenzív felszaporodásnak. A populáció július elején érte el csúcspontját (99,9 egyed/levél), majd augusztus harmadik dekádjára 96,4 %-os csökkenést mutatott (52., 53. ábra). Az egyedszám csökkenését a hőmérséklet emelkedése, a fokozódó párologtatás és a kevesebb csapadék ugyan befolyásolhatta, de az adott év időjárása erre nem szolgált statisztikailag

igazolható bizonyítékokkal. Augusztus végén, szeptember elején a populációban csekély növekedés volt tapasztalható. Ennek szeptember közepén a hirtelen lehűlő hőmérséklet és a nagyobb mennyiségű csapadék, valamint az ezek következtében tömegessé váló telelőre vonulás vetett véget (52., 53. ábra). Az atkák fokozatosan eltűntek a levelekről, és egyre nagyobb mennyiségben jelentek meg az áttelelő helyeken.

A populáció és az időjárási tényezők kapcsolatát korreláció- és regresszió-analízis segítségével elemezve, az 1996-os évben statisztikailag igazolható összefüggést nem tapasztaltunk.

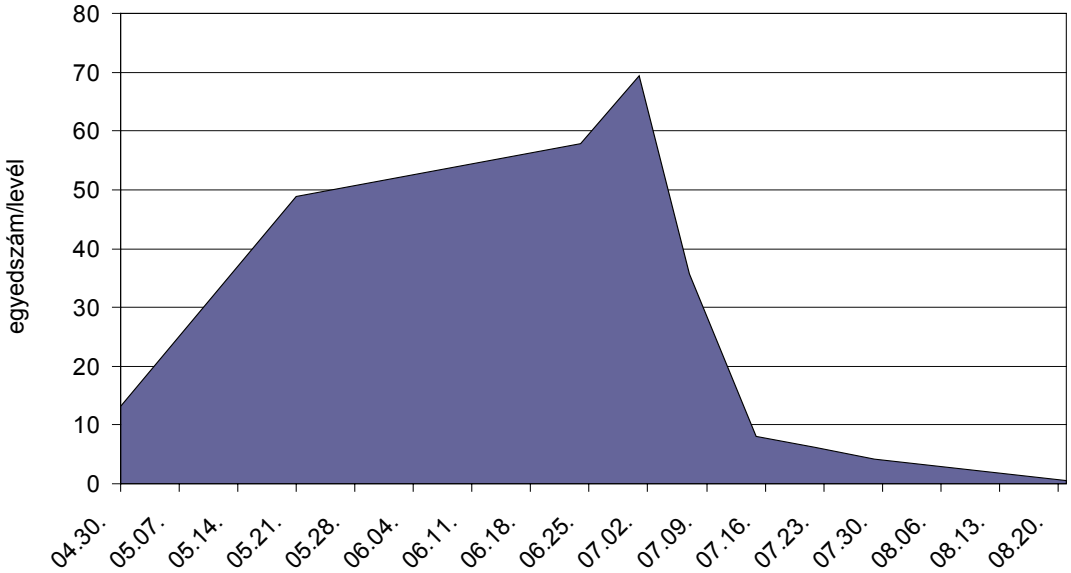


52. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája Jonathan almafajtán (Tura, 1996)

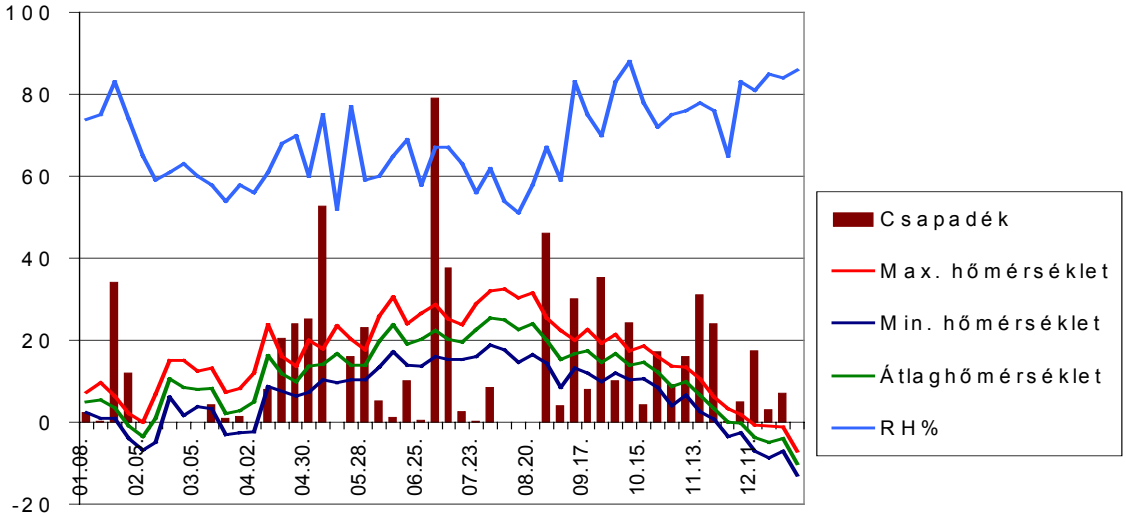


53. ábra: Meteorológiai adatok (Tura, 1996)

1998-ban az *Aculus schlechtendali* népességének változásait Örkényben, Starcrimson almafajtán vizsgáltuk. Az enyhébb tél és a korai kitavaszodás kedvezett a deutogyn nőstények sikeres áttelelésének. Az áprilisi időjárás a hibernációs helyek elhagyásához és a peterakás megkezdéséhez egyaránt megfelelő volt. A rendszeres csapadék, a kedvező (60 % feletti) páratartalom és a virágzástól fokozatos májusi felmelegedés elősegítette a népesség felszaporodását. A júniusi ökológiai viszonyok szintén megfelelőek voltak. Az egyedszám július elején volt a legnagyobb (70 egyed/levél), majd valószínűleg az intenzív esőzések mechanikai hatásának következtében (117 mm/14 nap) gyorsan csökkent. Július közepére az egyedszám 88,5 %-ot esett. Ezután a csökkenés lassuló ütemben folytatódott tovább a július második dekádjától jelentkező egy hónapos kánikula és a tartósan alacsony (60 % alatti) páratartalmú, csapadékszegény periódus hatására (54., 55. ábra).

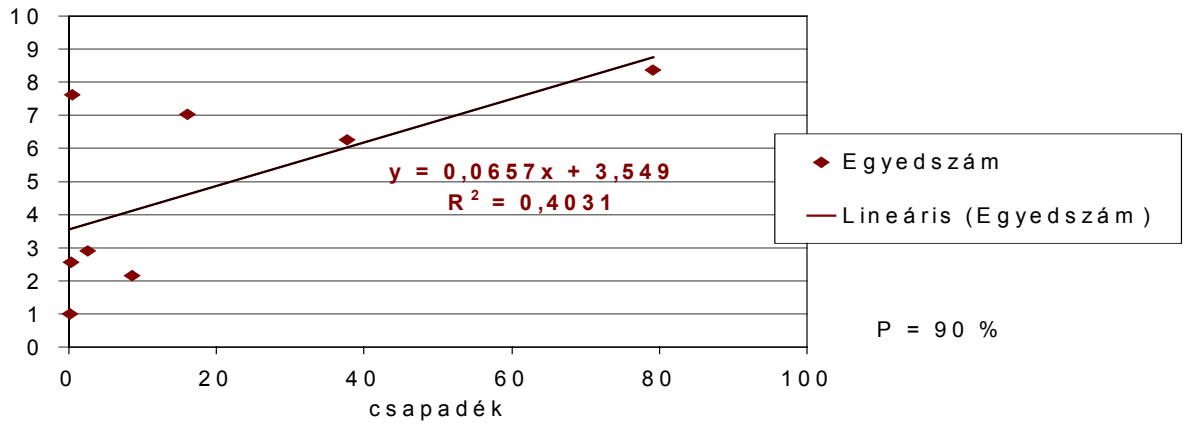


54. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája Starcrimson almafajtán (Örkény, 1998)



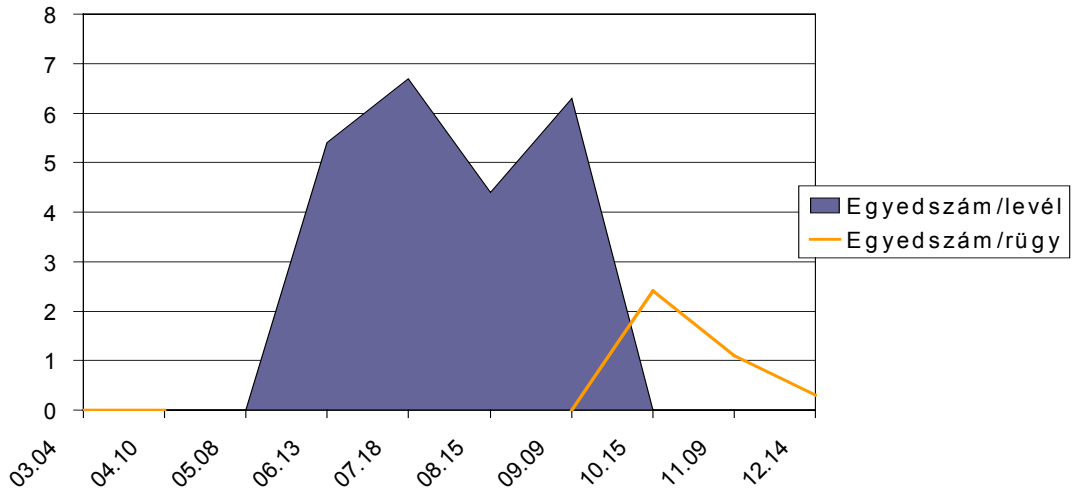
55. ábra: Meteorológiai adatok (Örkény, 1998)

Az egyes időjárási tényezők közül, 90 %-os valószínűségi szint mellett (α = 0,1) a csapadék közepes mértékű, pozitív szignifikáns korrelációt (r = 0,6349) mutatott az egyedszámmal (56. ábra). A heves esőzések kedvezőtlen mechanikai hatásától eltekintve, a csapadék pozitív szerepe minden bizonnyal a relatív páratartalom emeléséből eredt.



56. ábra: Az egyedszám és a csapadék között fellépő korreláció transzformált adatokkal (Örkény, 1998)

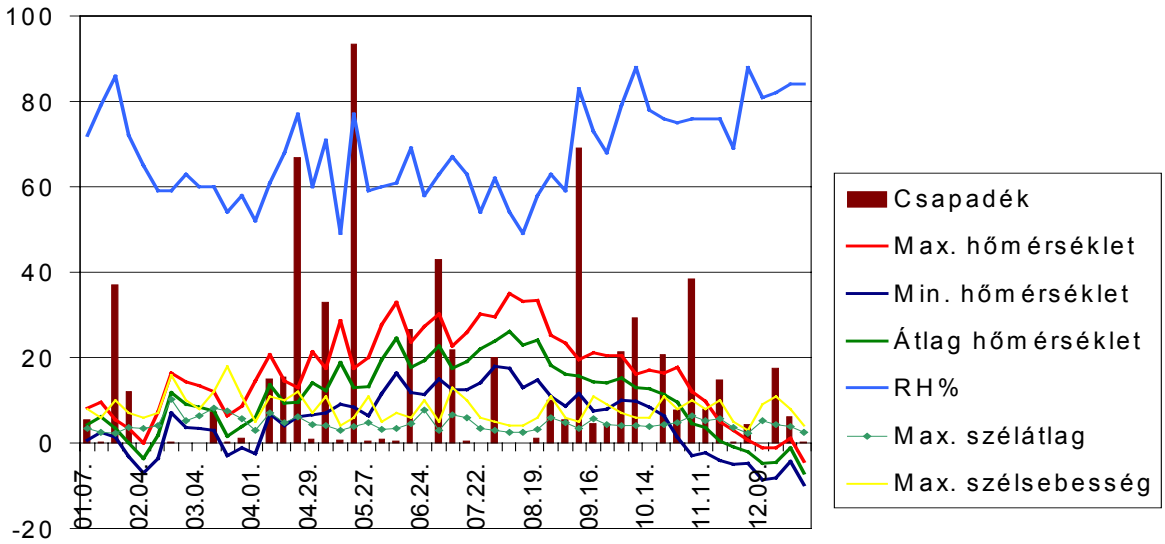
1998-ban Starking almafajtán az *Aculus schlechtendali* populációdinamikájának jellegzetességeit Turán is figyeltük (57. ábra). A felmérés messzemenő következtetések levonására ugyan nem volt alkalmas, mégis látható némi hasonlóság az előzőekben tárgyaltakkal. A kései betelepedés, az igen kis egyedszám és a havi mintavétel okozta hibalehetőség ismeretében viszont ez a véletlen műve is lehet. Az ültetvénybe az almaterméseűek levélatkájának betelepedése valószínűleg a közeli szomszédságban lévő és uralkodó szélirányban fekvő Jonathan gyümölcsösből történhetett. Az első egyedek a korábbiakban tapasztalt intenzív felszaporodás idején, júniusban jelentek meg. A populáció – az 1996-os adatokhoz hasonlóan – július elején volt a legnagyobb és augusztusban a legkisebb, majd szeptember elején ismét emelkedett.



57. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája Starking almafajtán (Tura, 1998)

Az időjárási adatok, bár csak tájékoztató jelleggel, de indokolták az egyedszám változásait. A júniusi, július eleji hőmérséklet és páratartalom (60 % felett) megfelelő volt. Július középétől augusztus végéig viszont a többnyire száraz kánikula és a tartósan alacsony légnedvesség kedvezőtlen hatása érvényesült, amelyet a kedvezőbb szeptember eleji hőmérsékletcsökkenés és csapadék váltott fel (58. ábra). A folyamatos lehűléssel a deutogyn egyedek mennyisége a telelő helyeken októberig növekedett. Novemberre a telelőre vonulás folyamata lezárult, és a hőmérséklet további csökkenése a hibernációban lévő nőstények egy részének pusztulásához vezetett.

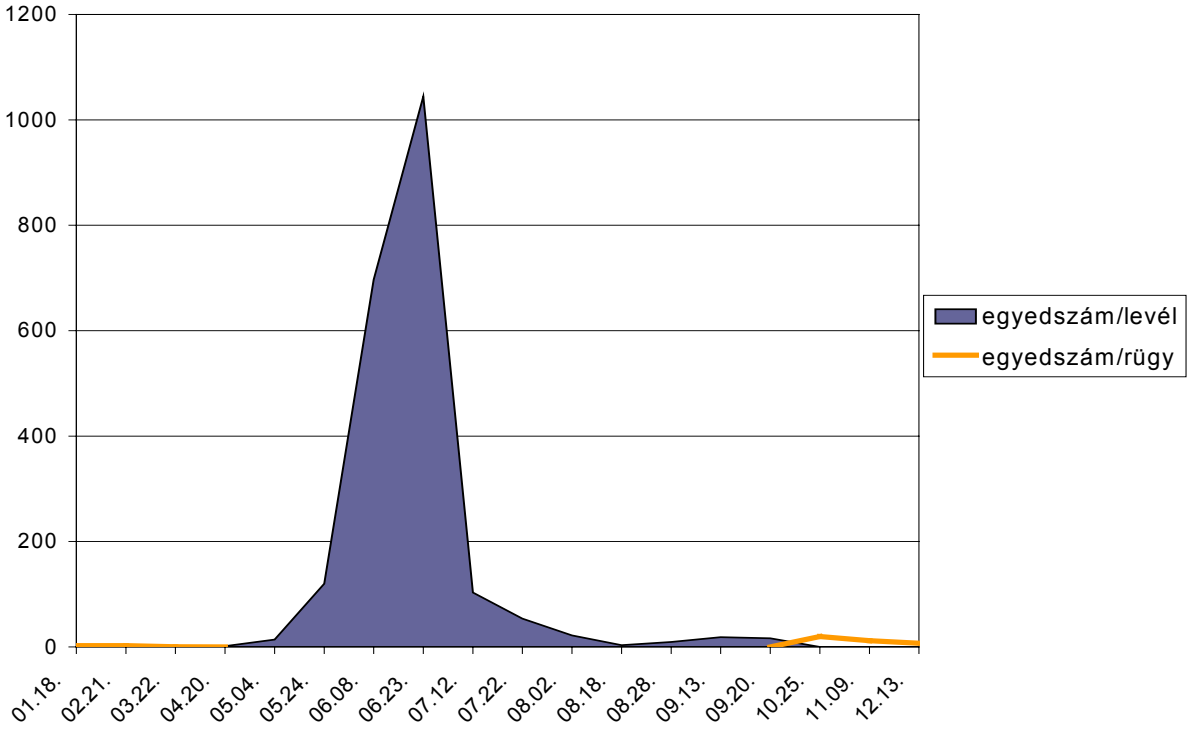
A téli időszakra végzett statisztikai analízis során (α = 0,05) a minimum hőmérséklet igen szoros, szignifikáns kapcsolatot mutatott az egyedszámmal (r = 0,98). A népesség és a maximum, valamint az átlaghőmérséklet között tapasztalt pozitív szignifikáns korreláció (r = 0,96) azonban az átlag- és a maximum hőmérsékletnek a minimumhoz fűződő igen szoros (r = 0,99) kapcsolatából eredt. A téli eleji mortalitást tehát a minimum hőmérséklet határozta meg elsősorban.



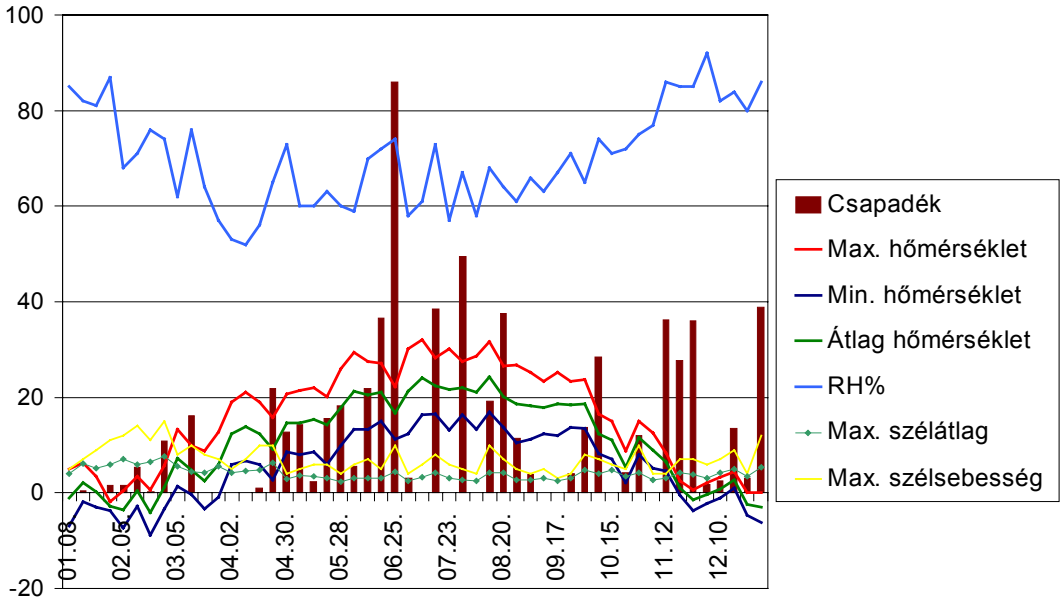
58. ábra: Meteorológiai adatok (Tura, 1998)

1999-ben az almaterméseűek levélatkájának populációdinamikáját az 1998-as turai vizsgálatok helyszínén, azonos fajtán (Starking), az ültetvény nagyobb fertőzöttségű részein követtük nyomon. Az egyéves hajtások rügyeinél számlált átlagos januári egyedszám igen kevés volt. Február végéig, a téli időjárás következtében folyamatos nyugalomban lévő deutogyn egyedek kis mortalitást mutattak. Márciusban viszont a hőmérséklet 10 C° feletti nappali és negatív éjszakai értékei a diapauzájukból felébredt nőstények jelentős pusztulását okozták. Április második dekádjáig a tartósan alacsony páratartalom (52 %) szintén kedvezőtlen volt a telelő helyükről előjövő atkák számára. A hónap végétől azonban a júniusig rendszeres, mérsékelt mennyiségű és egyenletes eloszlású csapadék, a fokozatos felmelegedés, valamint a megfelelő légnedvesség a népesség gyors

és nagymértékű felszaporodását eredményezte (1044 egyed/levél). Az egyedszám június harmadik dekádjában érte el a legmagasabb értéket (59., 60. ábra).



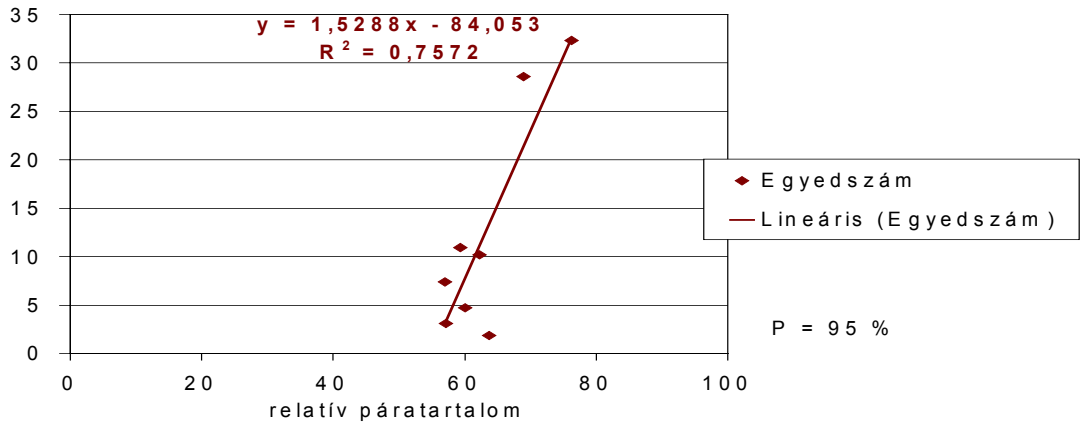
59. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája Starking almafajtán (Tura, 1999)



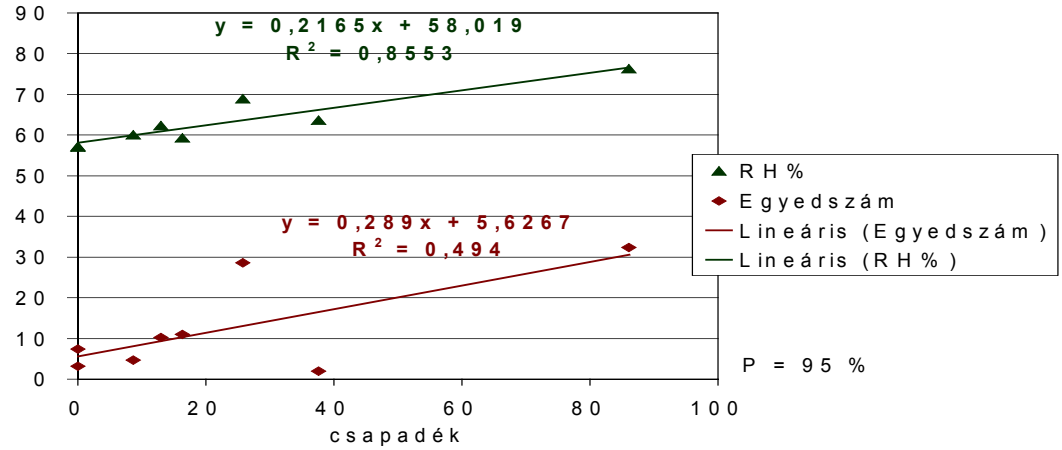
60. ábra: Meteorológiai adatok (Tura, 1999)

1999-ben a populáció hirtelen, 90 %-os csökkenését főleg a nagy mennyiségű (86 mm) és erősebb szelekkel párosult (10 m/s) esőzések okozták, a továbbiakban pedig a 30 C° feletti maximum hőmérsékletek és a szeles zivatarok befolyásolhatták. A népesség augusztus harmadik dekádjáig csökkent, majd a kedvezőtlen meleg megszűntével kismértékű növekedést mutatott. Szeptember közepétől az atkák fokozatosan eltűntek a levelekről, és egyre nagyobb mennyiségben jelentek meg az áttelelő helyeken. A telelőre vonulás folyamata november elején zárult, és a hőmérséklet csökkenésével a deutogyn egyedek tél eleji pusztulása – az 1998-as évhez hasonlóan – szintén megfigyelhető volt (59., 60. ábra).

A nyári időszak statisztikai elemzése során (α = 0,05) az egyedszám és a páratartalom között szoros, szignifikáns korreláció (r = 0,87) állt fenn (61. ábra). A csapadék és a populáció közti szignifikáns kapcsolat is (r = 0,70) minden bizonnyal a csapadék és a páratartalom összefüggésének (r = 0,92) következménye volt (62. ábra). Az 1999-es év nyarán tehát az egyedszám elsősorban a relatív légnedvességtől, és másodsorban annak befolyásoló tényezőitől függött. Ezzel szemben a téli periódus januártól márciusig, illetve októbertől decemberig terjedő időszakában szignifikáns összefüggés nem volt megállapítható.



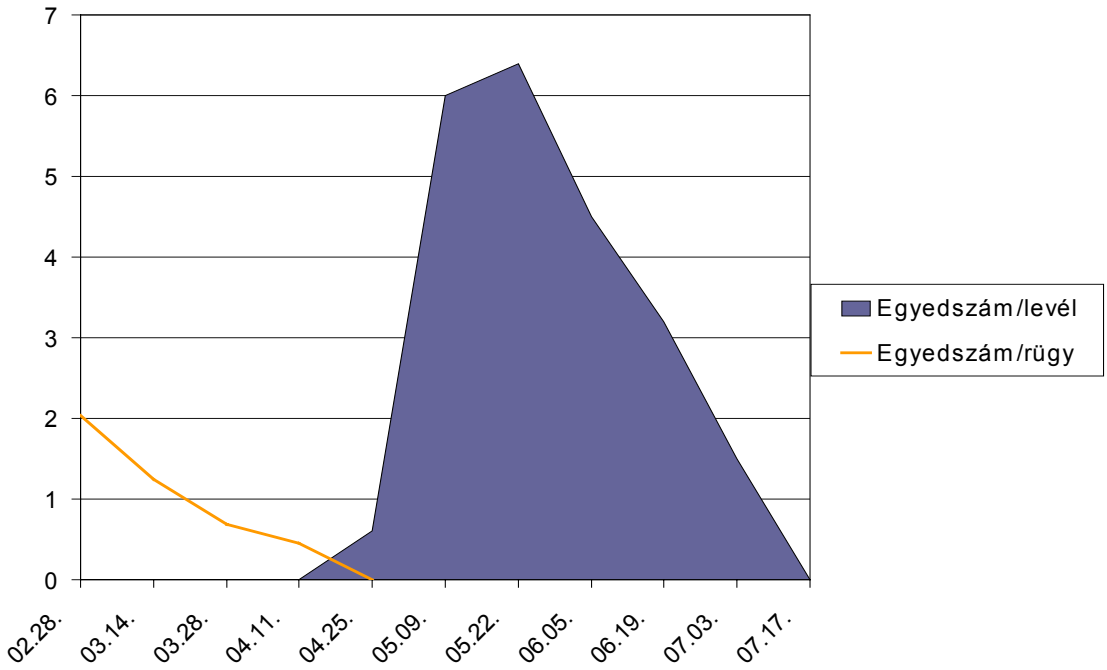
61. ábra: Az egyedszám és a páratartalom között fellépő korreláció transzformált adatokkal (Tura, 1999)



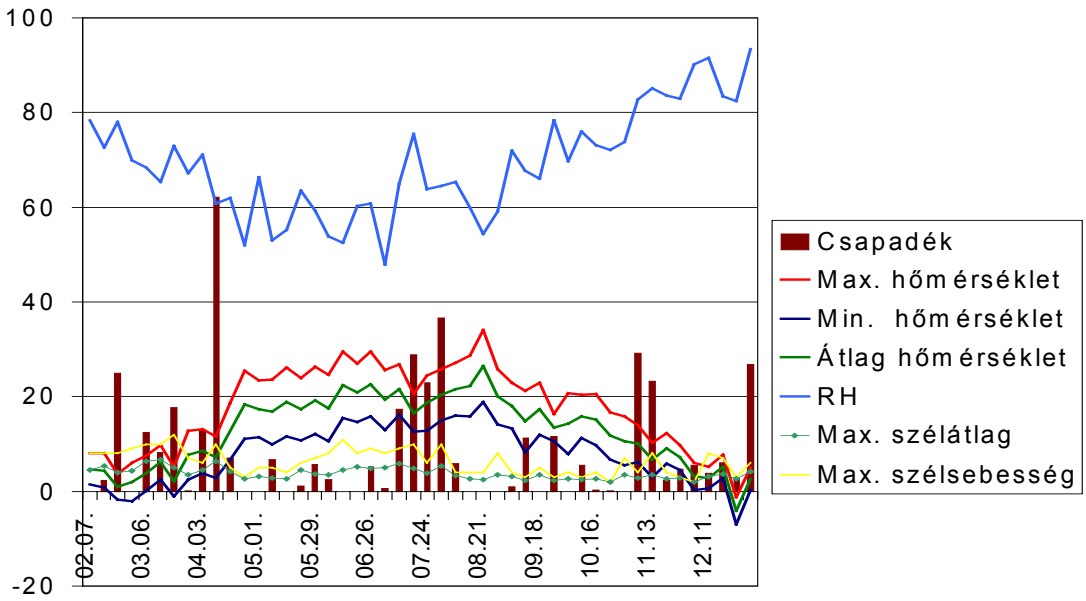
62. ábra: Az egyedszám és a páratartalom csapadékkal mutatott korrelációja transzformált adatokkal (Tura, 1999)

2000-ben a populációdinamikai vizsgálatokat az 1999-es felmérések helyszínén, azonos fajtán (Starking) folytattuk tovább. Az adott évben tapasztalt kis egyedszám ugyan nem ad megbízható választ a népességet meghatározó abiotikus tényezőkre, de az előző években tapasztalt tendenciák érvényesülése mégis látható (63. ábra). Márciusban a hőmérséklet napi ingadozása a 10 C° feletti és a negatív értékei között valószínűleg fokozta a diapauzájukból „felébredt" deutogyn egyedek mortalitását. Az áttelelt nőstények rügypattanástól, 8-9 C°-os átlaghőmérsékleten kezdték elhagyni a rügyeket és kéregrepedéseket. Az áprilisi felmelegedéssel azonban a páratartalom tartós csökkenése (50 % körüli értékre) nem kedvezett a téli egyedek és utódaik számára. Április harmadik dekádjától május második hetéig a népesség növekedése a hajtások egyéb részeiről a levelekre vándorolt deutogyn egyedek és az általuk rakott tojásokból kelő lárvák miatt volt tapasztalható. A kevés áttelelt nőstény és a szélsőségesen alacsony májusi légnedvesség (46 %) a protogyn nemzedékek kifejlődését jelentősen gátolhatta. A populáció júniusi csökkenését szintén a korábbi években is igazolt jelentőségű páratartalom (45-47 %) és a későbbiekben tárgyalandó biotikus tényezők okozták (63., 64. ábra).

2000-ben az egyes időjárási faktorok és az egyedszám között statisztikai igazolható összefüggés nem volt.



63. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája Starking almafajtán (Tura, 2000)



64. ábra: Meteorológiai adatok (Tura, 2000)

Összefoglalva az abiotikus tényezőknek az *Aculus schlechtendali* populációdinamikájára gyakorolt hatását, a következők állapíthatók meg:

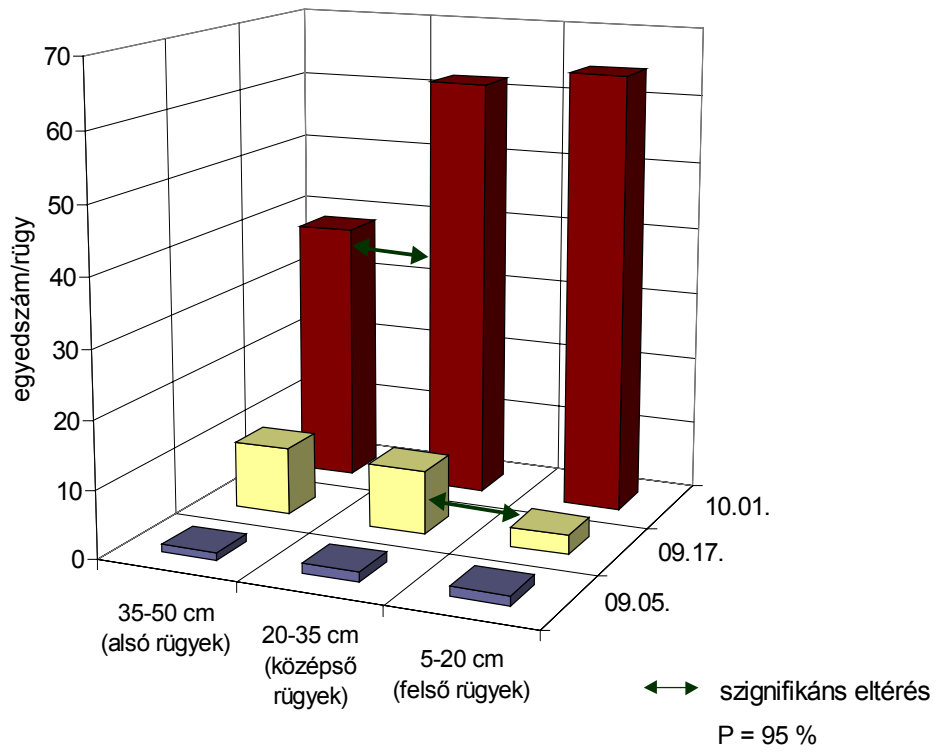
Januártól a deutogyn egyedek sikeres áttelelésének – a diapauza folytonossága miatt – a szélsőséges lehűlésektől mentes, hideg időjárás kedvez. Február végétől a hőmérséklet nappali 10 C° feletti és éjszakai negatív értékei a diapauzájukból „felébredt" nőstények jelentős pusztulását okozhatják. A tapasztalatok szerint az áttelelt atkák 8-9 C°-on kezdenek aktivizálódni, és rügypattanástól hagyják el a telelésre alkalmas helyeket. Előjövetelük általában április második hetére válik tömegessé, amelynek folyamatát elsősorban a hőmérséklet szabja meg. Bár a hűvösebb tavaszi időjárásban a légnedvesség kevésbé befolyásolja az *Aculus schlechtendali* párologtatását, alacsony értéke mégis hátrányosan hat az áttelelt nőstények és protogyn utódaik számára.

Tavasszal a hőmérséklet emelkedése kedvez a felszaporodásnak, az egyedszám növekszik. A nyári időszakban viszont a kedvezőtlenül meleg időjárás negatív hatású a populációra. Májustól szeptemberig az egyedszámot elsődlegesen a relatív páratartalom határozza meg. A 60 %-os légnedvesség akár mortalitási küszöbnek is tekinthető, amely alatt a népesség csökkenést mutat. Szélsőségesen magas hőmérsékleten (30 C° felett) azonban a 60-70 % körüli páratartalom válik meghatározó tényezővé, ugyanis az atkák párolgási vesztesége fokozódik. A rendszeres, mérsékelt mennyiségű „csendes" esőzések kedvező hatása ugyancsak a légnedvességgel mutatott szoros kapcsolatából, annak növeléséből ered. Az intenzív felhőszakadások nagy szélsebességgel párosulva viszont a populáció nagymértékű csökkenését okozhatják lemosva az atkákat a levelekről. A tavasszal gyakrabban előforduló, erősebb szelek szintén lesodorhatják az egyedeket, de hatásuk a terjedést elősegítve kedvező is lehet.

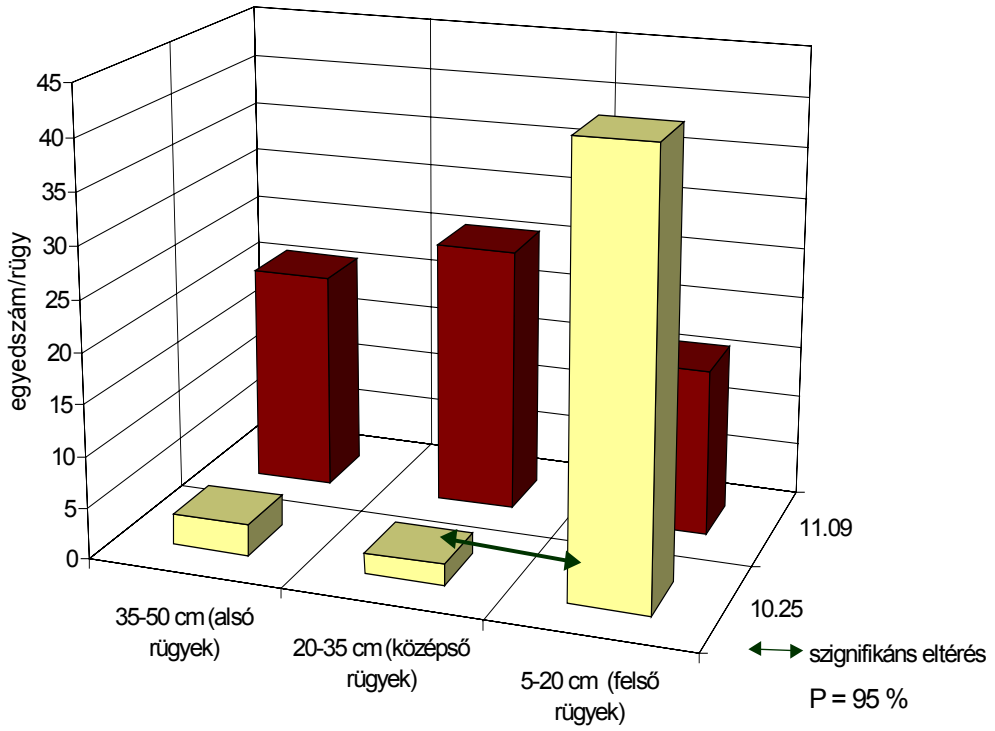
Feltételezésünk szerint, a nyár végétől a hőmérséklet csökkenése és a rövidülő fotóperiódus váltja ki a deutogyn egyedek tömegessé váló telelőre vonulását az abiotikus tényezők közül. E folyamat ütemének meghatározásában az időjárás kiemelt szerepet játszik. Hosszú, meleg őszön a vegetáció tovább él, ezért hosszabb idő áll a telelő nőstények rendelkezésére, hogy a védett helyeket felkeressék. A telelőre vonulás általában novemberrel zárul. Ezt követően a tél eleji egyedszámban tapasztalható szignifikáns csökkenést főként a minimum hőmérséklet határozza meg. A maximum és az átlaghőmérséklet populációra gyakorolt hatása is a minimumhoz fűződő szoros kapcsolatukból ered.

4.4.2.1. A deutogyn egyedek eloszlásának változása az időjárás függvényében

A telelő nőstények eloszlása a vesszők különböző helyzetű rügyei között mindaddig változó, amíg az időjárás nem fordul téliesre, és a hőmérséklet nem esik tartósan a fagypont alá. 1996-ban, szeptember elején a deutogyn nőstények egyedszámában nem volt szignifikáns eltérés a rügyek között (α = 0,05). Szeptember második dekádjában azonban az alsó és középső rügyekben szignifikánsan több atka fordult elő. Október elején viszont a felső és a középső rügyek tartalmaztak szignifikánsan nagyobb egyedszámot (65. ábra). 1999 októberében szintén a felső rügyekben volt szignifikánsan nagyobb a népesség (α = 0,05). Tovább vizsgálva a telelő alakok eloszlását, novemberben végül kiegyenlítődést volt tapasztalható. A középső és az alsó rügyekben az egyedszám ugyan nagyobb volt, de szignifikáns eltérés nélkül (α = 0,05) (66. ábra). Az őszi és kora téli időszakban jelentős mennyiségű atka hibernálódott a hajtások felületén lévő növényi szőrök között is. Ezek az időjárás kedvezőtlenebbé válásával, a jelentős lehűlés és csapadék hatására védettebb helyekre húzódtak, így egyedszámuk a rügyekben növekedett (65., 66. ábra).



65. ábra: A deutogyn egyedek eloszlása a vesszők rügyeiben (Tura, 1996)

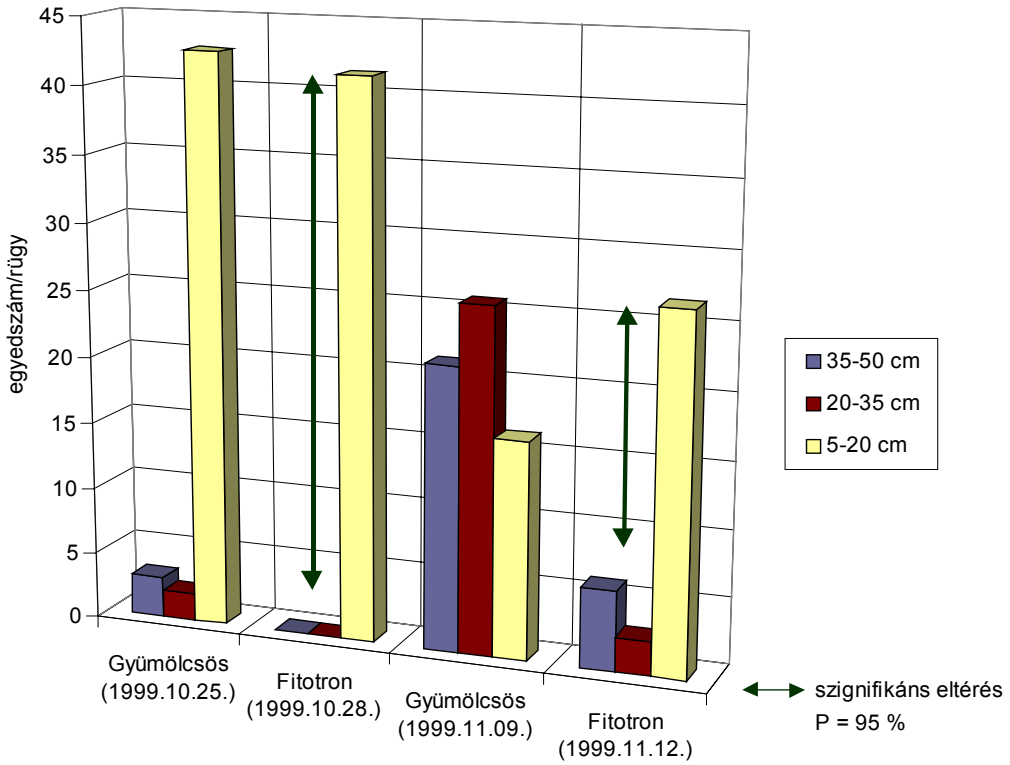


66. ábra: A deutogyn egyedek eloszlása a vesszők rügyeiben (Tura, 1999)

4.4.2.2. A téli diapauza fakultatív jellegének igazolása

Az almatermésűek levélatkája fakultatív diapauzában vészeli át a telet, amely optimális klimatikus viszonyokkal megszakítható. E nyugalmi állapot őszi kiváltásában azonban az időjárás csak részben felelős. Lehűlése közvetlenül, a tápnövény állapotán keresztül kifejtett hatása pedig közvetve érvényesül a telelőre vonulás ütemében.

Fitotronban nyári klimatikus viszonyokat szimulálva, október végén és novemberben vizsgáltuk az *Aculus schlechtendali* telelő egyedeinek viselkedését. A deutogyn nőstények – igazolva a fakultatív nyugalmi állapotot – a kedvező hőmérséklet hatására aktivizálódtak, és a hajtásvégek felé vándoroltak. A felső hajtórügyekben így mindkét alkalommal szignifikánsan több atka fordult elő (α = 0,05) a fitotronba helyezést követő harmadik napon (67. ábra). A vizsgálat végeztével, a tél folyamán megszakított nyugalom a hőmérséklet csökkentésével újra indukálható volt. Feltételezhető azonban, hogy ez a másodlagosan előidézett állapot csak a hőmérséklet lehűlésével kiváltott kvieszcencia és nem diapauza volt. A kísérletet március elején és végén megismételve a korábbival megegyező eredményeket kaptunk.



67. ábra: A deutogyn nőstények eloszlásának változása a vesszők eltérő helyzetű rügyeiben (Tura, 1999)

4.4.2.3. A hőmérséklet tavaszi felszaporodásra gyakorolt hatása

A hőmérséklet tavaszi felszaporodásra gyakorolt jelentős hatását laboratóriumban nevelt almaalanyokon és gyümölcsösben igazoltuk. A laboratóriumban (23 C°-on) tartott és április elején szabadföldről befertőzött M4-es alanyokról április második dekádjában már nagyszámú, kifejlett protogyn egyedet gyűjtöttünk. Ez mintegy 20 nappal korábbi megjelenést jelentett a szabadföldi tapasztalatainkkal szemben. Az azonos mintából származó deutogyn nőstények tehát a kedvezőbb, melegebb hőmérséklet hatására lényegesen korábban kezdték meg a tojásrakást, mint a 13,2 C°-os áprilisi középhőmérsékletű ültetvényben.

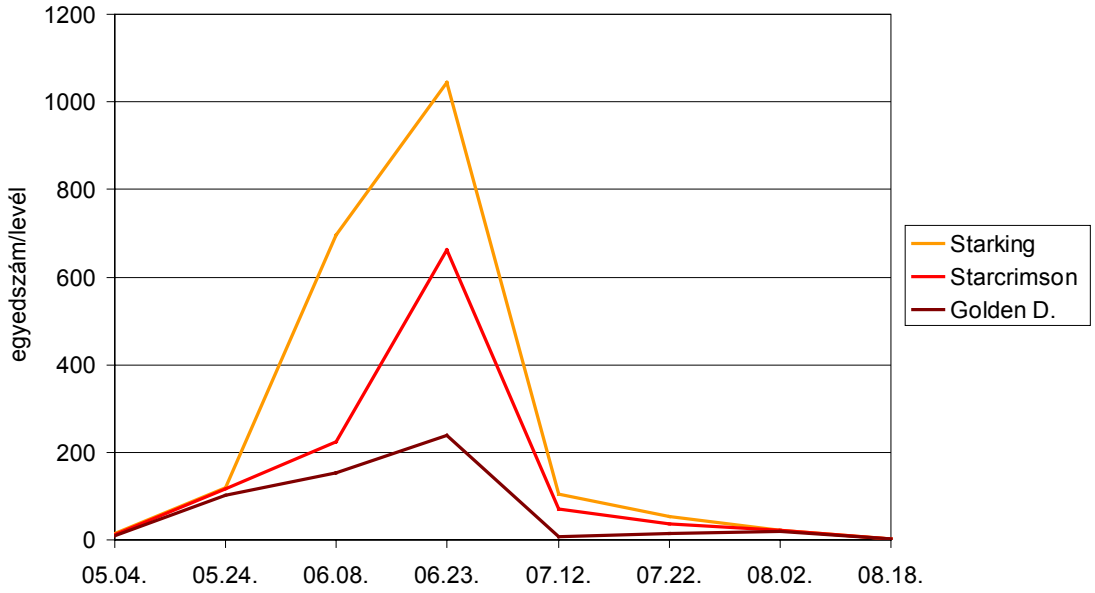
4.4.3. Az Aculus schlechtendali populációdinamikáját befolyásoló biotikus tényezők

4.4.3.1. A tápnövény szerepe a felszaporodásban

Az almaterméseűk levélatkájának tavaszi megjelenése és migrációja az időjárás mellett a tápnövény fenológiájához is köthető. Mindez nyilvánvaló, hisz az életteret és a táplálékot biztosító gazdanövény állapota nagymértékben függ a klimatikus viszonyoktól. Szabadföldi vizsgálataink alapján a deutogyn nőstények a rügyekben már a kora tavaszi nedvkeringés megindulásával elkezdik a tél folyamán elvesztett víz és tápanyag pótlását. Előjövetelük a rügypattanással veszi kezdetét, és a pirosbimbós állapotban nagy részük már a zsenge leveleken található.

A tápnövény fiziológiás állapotának és fajtafüggő morfológiai jellemzőinek szintén meghatározó szerepe van az *Aculus schlechtendali* felszaporodásában. Ezzel magyarázható, hogy azonos körülmények között, különböző almafajtákon a kártevőnek eltérő egyedsűrűsége tapasztalható. Szabadföldi felméréseink során a levélszőrzet egyedszámra gyakorolt hatását Starking, Starcrimson, és Golden Delicious almafákon értékeltük. Az egyes fajták között a faj felszaporodásának mértékében tapasztalt szignifikáns különbséget (α = 0,05) elsősorban a levélszőrök mennyisége és minősége határozta meg. Az összehasonlító vizsgálatok alapján a Starking leveleinek fonákját 50 %-ban, a Starcrimson-ét 30 %-ban, míg a Golden Delicious-ét csak 20 %-ban borította vékony, laza levélszőrzet. Ennek megfelelően a legnagyobb egyedszámot (1044 egyed/levél, 41,4 egyed/cm^2) a Starking-on észleltük. A ritkább levélszőrzettel rendelkező Starcrimson (661 egyed/levél, 18,7 egyed/cm^2) és Golden Delicious (239 egyed/levél, 5,9 egyed/cm^2) fajtákon a népesség növekedése elmaradt a Starking-on tapasztalt értékektől. A populáció mindhárom almafajtán június harmadik dekádjában érte el csúcspontját, majd főleg a szeles és intenzív felhőszakadások (10 m/s; 86 mm) hatására a népesség összeomlott. A populáció nagysága a Starking és Starcrimson fajtákon egy tizedére, a Golden Delicious esetében három százalékára zuhant vissza (68. ábra). Az adott évre jellemző időjárási feltételek mellett igen szoros szignifikáns korreláció (r = 0,98; α = 0,05) jelentkezett a levélszőrözöttség mértéke és az elért legmagasabb egyedszám között. Ez a meglepően

erős összefüggés azonban optimális ökológia viszonyoknál valószínűleg nem tapasztalható. Az egyes fajtákon észlelt populációdinamikai változások között ugyancsak jelentős szignifikáns kapcsolat volt kimutatható ($r = 0,95$; $\alpha = 0,05$). Az alapvető populációdinamikai folyamatok tehát mindhárom almafajtán megegyeztek, de a felszaporodás mértéke a levélszőrözöttségtől és annak mechanikai védőhatásától függően alakult.



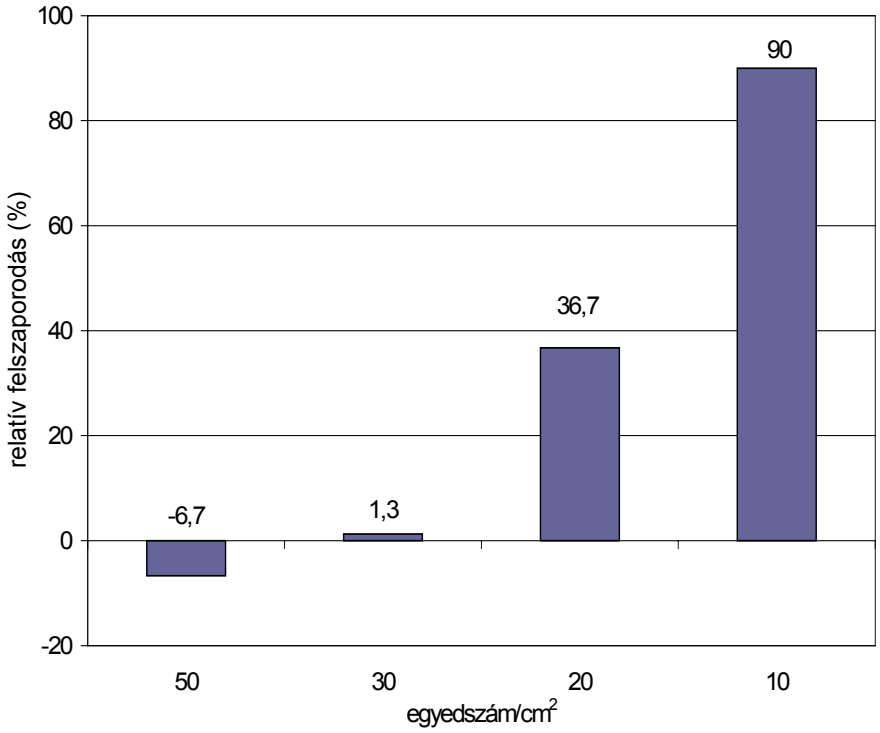
68. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája eltérő levélszőrzettel rendelkező almafajtákon (Tura, 1999)

A levelek anyagcseréje, kora és asszimilációs tevékenysége feltehetően nagymértékben meghatározza az *Aculus schlechtendali* számára felvehető táplálék minőségét és hozzáférhetőségét is. Így a tápnövény jelentősen befolyásolhatja a faj szaporodását, valamint a vegetációs időszak végén a telelőre vonulás ütemét. A biológiailag elöregedő levélzet ősszel már nem alkalmas az atkák táplálására, ezért részben a deutogyn nőstények hibernációs helyekre vándorlását indokolja. Ennek igazolására október végén és november elején nyugalomban lévő egyeket fitotronba helyeztünk. A kedvező klímán aktivizálódott atkák a hajtásvégek felé vándoroltak, de az elöregedett levelekre nem tértek vissza táplálkozni. Ebből eredően a felső hajtórügyeknél szignifikánsan ($\alpha = 0,05$) több atka fordult elő az alsó és középső rügyekhez képest (67. ábra). Márciusban a kísérletet megismételve az áttelelt egyedek szintén a hajtásvégek felé vonultak, majd az elsőként fakadó rügyeken, fiatal leveleken kezdték meg táplálkozásukat. Ezt szabadföldi megfigyeléseink is alátámasztották, ugyanis a vegetációban az atkák elsősorban a fák koronájának külső és felső részén helyezkedtek el, valószínűleg a fiatalabb, aktívabb anyagcseréjű levelek miatt.

4.4.3.2. Intra- és interspecifikus kölcsönhatások az Aculus schlechtendali populáció-dinamikájában

A tápnövény populációra gyakorolt hatását az intra- és interspecifikus kölcsönhatásoktól egyértelműen elkülöníteni nem lehet. A fitofág atkák táplálkozása során a leveleken ejtett sebzések, a növekvő párologtatás, a csökkenő fotoszintézis és a bekövetkező biokémiai változások jelentősen befolyásolják a gazdanövény állapotát és így közvetve a populációk további változásait is.

Az *Aculus schlechtendali* esetében a fajon belüli, egyedsűrűségtől függő szabályozás csak a kártételen keresztül, közvetve érvényesül. Mindez érthető, ha figyelembe vesszük, hogy elméletileg 7140 egyed férne el 1 cm^2-en a mozgásigény és a minimális táplálkozási terület figyelembe vétele nélkül. Ez az érték tehát a felülettől függően 200 000–300 000 atkát is jelenthetne levelenként. Több éves megfigyeléseink során azonban ritkán tapasztaltunk 50 db/cm^2-t meghaladó egyedsűrűséget, ugyanis e felett a levelek károsodása már igen nagymértékű. A relatív felszaporodást vizsgálva, az eltérő mértékben fertőzött és optimális klimatikus körülmények közé helyezett levélkorongokon jelentős különbségek mutattak rá az egyedszámfüggő szabályozás jelenlétére (69. ábra).

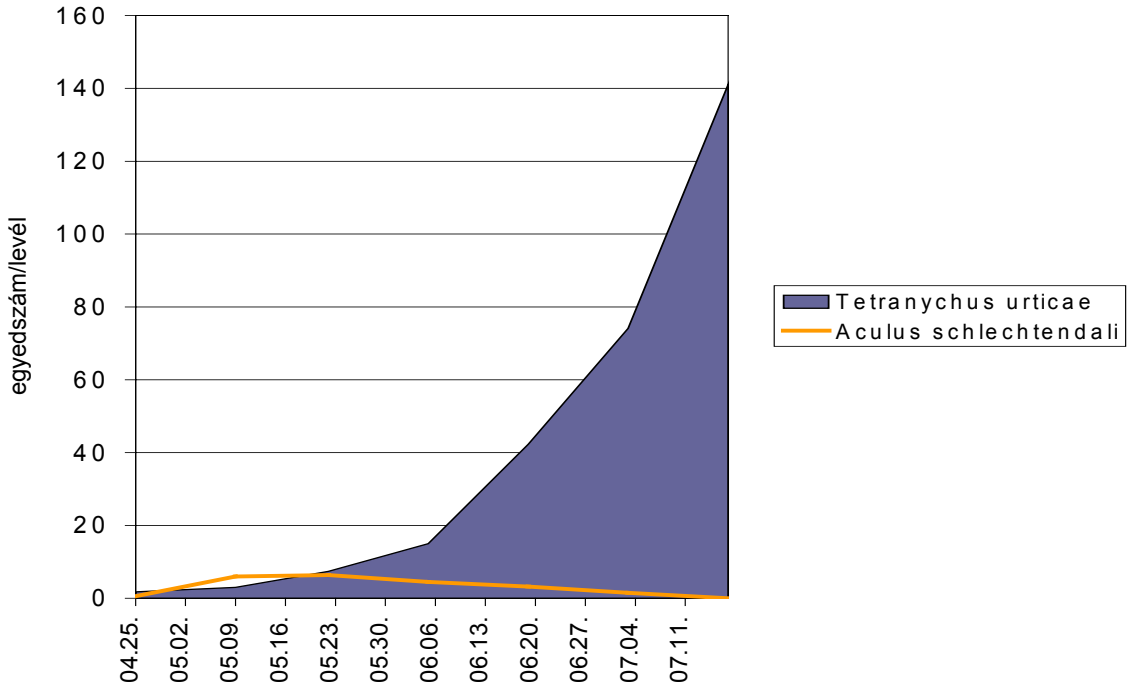


69. ábra: Az *Aculus schlechtendali* relatív felszaporodása eltérő egyedsűrűségnél

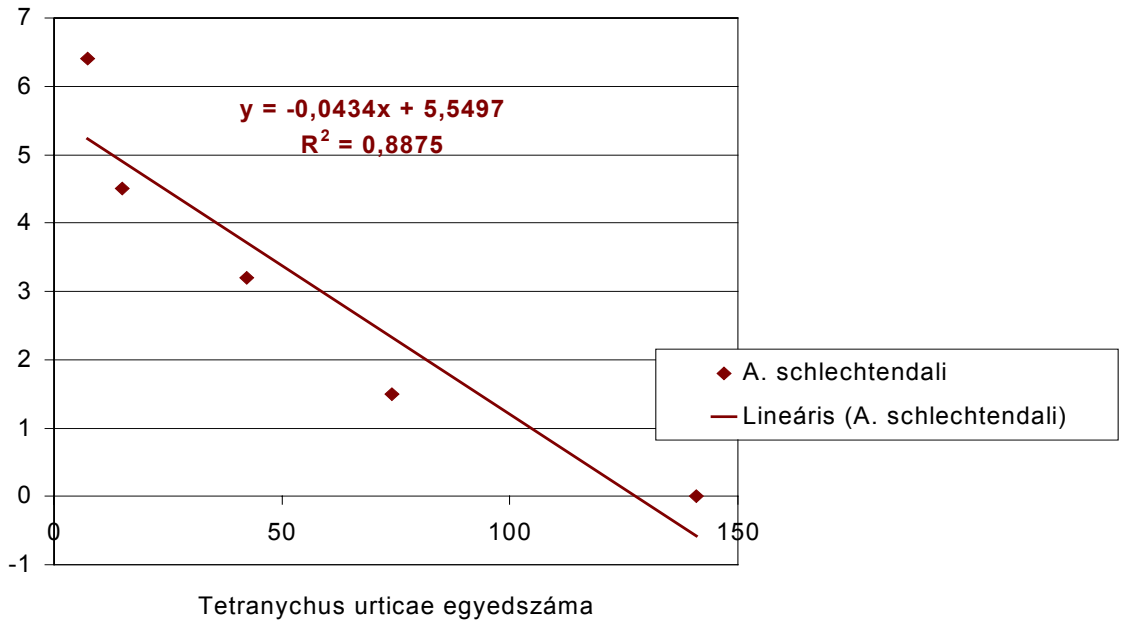
10, 20 és 30 levélatka/cm^2 fertőzésnél az atkák mennyisége az eredeti egyedszámhoz képest csökkenő mértékben növekedett. 50 levélatka/cm^2 esetén azonban a levelek állapota a károsítás miatt annyira leromlott, hogy ennek következtében az egyedek száma is csökkent. Fontos azonban kiemelni, hogy a 69. ábrán látható adatok csak tájékoztató jellegűek, ugyanis az egyedsűrűség,

amely felett a populáció csökkenést mutat, a gazdanövény állapotától, a levelek anyagcseréjétől, korától és regenerálódó képességétől függően változó.

Az interspecifikus kölcsönhatások közül az *Aculus schlechtendali* és a fajjal azonos táplálékot igénylő atkák közötti versengés negatív hatását szabadföldön, a *Tetranychus urticae* Koch esetében figyeltük meg. 2000-ben a levélatkák egyeszámának májustól bekövetkező csökkenését kezdetben a deutogyn alak eltűnése, majd a *Tetranychus* populáció jelentős növekedése okozta. A takácsatkák nagyszámú jelenléte a táplálkozásuk következtében leromló levélállapoton keresztül fejtette ki hatását. A *Tetranychus urticae* 4 egyed/cm^2 átlagos egyedsűrűségnél szorította ki teljesen az *Aculus schlechtendali*-t a közös élettérről, ezért annak népessége gyakorlatilag eltűnt a vizsgált területről (70. ábra). Az almaterméseűek levélatkájának egyedszáma és a kétfoltos takácsatka mennyisége közti kapcsolatot május harmadik dekádjától az igen szoros, negatív korreláció igazolta ($r = -0,94$; $\alpha = 0,05$) (71. ábra).

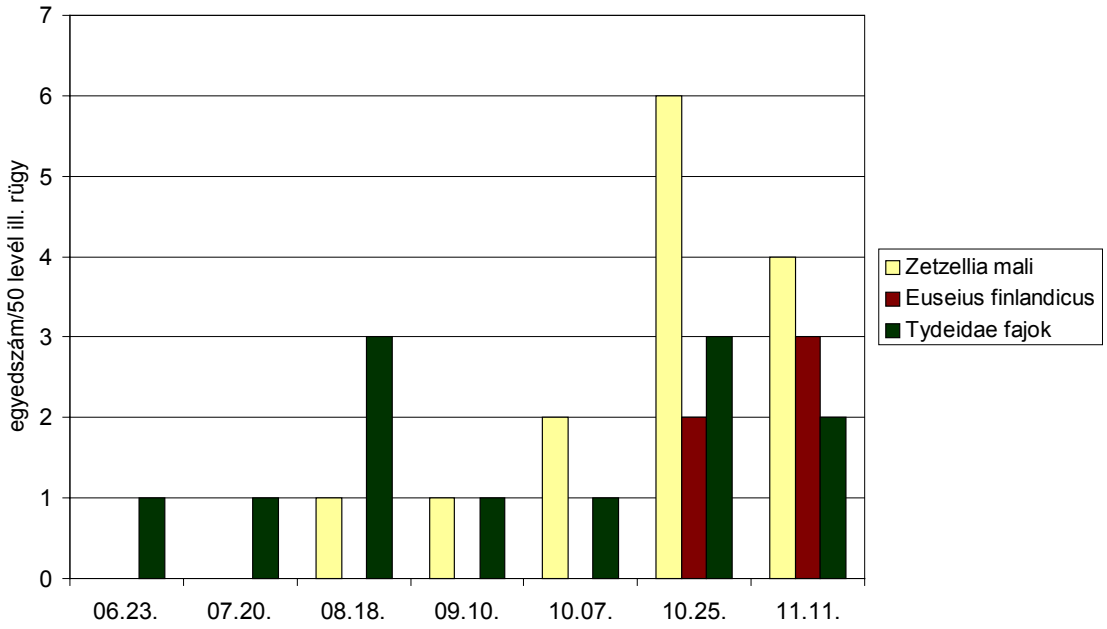


70. ábra: Az *Aculus schlechtendali* és a *Tetranychus urticae* populációdinamikája Starking almafajtán (Tura, 2000)

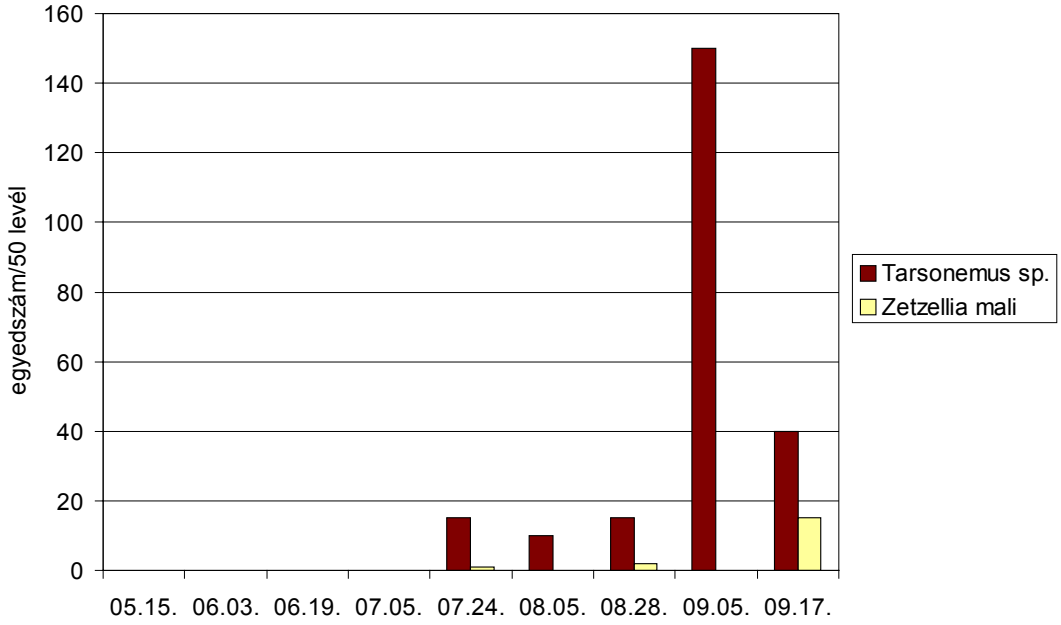


71. ábra: Az *Aculus schlchtendali* népessége és a *Tetranychus urticae* egyedszáma között fellépő korreláció (Tura, 2000)

A biotikus tényezők közül a ragadozó atkák és a számukra alternatív táplálékul szolgáló egyéb fajok (Tydeidae, Tetranychidae, Tenuipalpidae, Tarsonemidae) szintén hatással lehetnek az *Aculus schlechtendali* populációdinamikájára az organikus, illetve az integrált, szelektív peszticideket alkalmazó gazdálkodásban. Vizsgálataink során akaricidektől mentes, de konvencionális gyümölcsösökben értékeltük a ragadozó atkák jelenlétének hatását. A predátor fajok a kísérleti területeken ritkán és kis mennyiségben fordultak elő, így gyakorlatilag nem játszottak szerepet az almaterméűek levélatkájának természetes szabályozásában. A leggyakoribb, bár igen kis egyedszámú ragadozó atka a *Zetzellia mali* Ewing (Stigmaeidae) volt (74. ábra). Viszonylagos felszaporodását csak a kémiai védekezések megszűntével, ősszel és tavasszal tapasztaltuk (72., 73. ábra). A Phytoseiidae családból az *Euseius finlandicus* Oudemans (75. ábra) és a *Kampimodromus aberrans* Oudemans csak az utolsó növényvédelmi kezelések után és tavasszal, a vegyszeres védekezések megkezdése előtt jelentkezett elenyésző mennyiségben. A peszticidek használatát követően a ragadozók eltűntek a gyümölcsösökből. Ezzel szemben a Tydeidae fajok (76. ábra) ugyan kis egyedszámban, de egész évben jelen voltak a vizsgált területeken (72. ábra). A Tarsonemidae atkák (77. ábra) a felméréseknek mintegy 50%-ban, főként ősszel és kora tavasszal voltak megtalálhatók (73. ábra). A Tetranychidae család tagjai közül, az előzőekben említett *Tetranychus urticae* mellett a *Panonychus ulmi*, a *Tetranychus viennensis* Zacher és a *Bryobria rubrioculus* Scheuten fordult elő, de nem számottevő mennyiségben. A vizsgált növényeken a Tenuipalpidae és az Oribatida atkák alkalomszerű jelenléte szintén megfigyelhető volt.



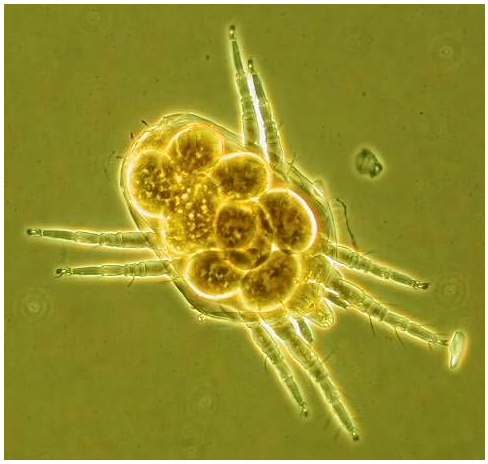
72. ábra: Ragadozó és Tydeidae atkafajok egyedszámának alakulása Starking almafajtán (Tura, 1999)



73. ábra: A *Zetzellia mali* és a *Tarsonemus* fajok egyedszámának alakulása Jonathan almafajtán (Tura, 1996)

74. ábra: A *Zetzellia mali* ragadozó atka

75. ábra: A predátor *Euseius finlandicus*



76. ábra: Tydeidae nőstény

77. ábra: Tarsonemidae hím

4.4.3.3. Az Aculus schlechtendali tavaszi tojásrakásának kezdete

A faj tavaszi felszaporodásának megindulását jelentősen befolyásolja a tavaszi tojásrakás lehetséges kezdete. Ennek megállapítására március elejétől deutogyn nőstényeket helyeztünk fiatal levelekre, fitoronba optimális körülmények közé. A kedvező hőmérséklet és megvilágítás hatására az atkák megkezdték táplálkozásukat, de peterakás nem történt. A vizsgálatot meghajtatott vesszőkön is megismételtük, de tojásokat április elejéig nem észleltünk. Az adatok alapján arra következtetünk, hogy az áttelelt egyedek tojásrakása megfelelő körülmények között is csak bizonyos táplálkozási időszak elteltével lehetséges. Ennek során a deutogyn nőstények méretében és alakjában is jól látható víz- és tápanyagveszteség pótlása történik. Tehát a tavaszi szaporodás megindulását az időjárás és a megfelelő növényfenológia mellett a deutogyn egyedek állapota, azaz „érési” táplálkozása is befolyásolja.

4.5. Új tudományos eredmények

1. Meghatároztuk, illetve kibővítettük a morfológiai eltéréseket bizonyító paramétereket az *Aculus schlechtendali* protogyn és deutogyn alakjai, különböző ivarú egyedei, adult és kifejletlen egyedfejlődési stádiumai között.

2. Statisztikailag igazoltuk a deutogyn forma évszakos alakváltozását, amely a hibernációban jelentkező víz- és tápanyagveszteségből fakadt.

3. Megfigyeltük az *Aculus schlechtendali* Magyarországra jellemző populációdinamikai sajátosságait, deutogyn és protogyn alakjának szezonális váltakozását és telelését.

4. Felmértük az almaterméseűek levélatkájának Pest megyei elterjedtségét.

5. Megállapítottuk és statisztikailag igazoltuk az abiotikus tényezőknek az *Aculus schlechtendali* populációdinamikájában betöltött szerepét, a vegetációs és a téli időszak meghatározó elemeit és kritikus értékeit, illetve jellemeztük az egyedszám és az időjárási faktorok kapcsolatát.

6. Szabadföldi körülmények között, a Starking almafajtán az *Aculus schlechtendali* statisztikailag igazolt preferenciáját mutattuk ki a Starcrimson és Golden Delicious fajtákkal szemben, amely az eltérő mértékű levélszőrözöttségből, annak mechanikai védőhatásából fakadt.

7. Megfigyeltük az almaterméseűek levélatkájának egyedsűrűségtől függő intraspecifikus kompetícióját, amely – a kártétel folytán bekövetkező levélállapot-változáson keresztül – a csökkenő relatív felszaporodásban jelentkezett.

8. Statisztikailag igazoltuk az *Aculus schlechtendali* és a szintén fitofág *Tetranychus urticae* közötti versengés szignifikánsan negatív, a leromló levélállapoton keresztül kifejtett, indirekt hatását.

5. MEGVITATÁS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

5.1. Tápnövény és kártétel

5.1.1. Az Aculus schlechtendali tápnövényei

Az eriophyoidák nagyobb része gazdanövény-specialista (Farkas 1966a, Boczek et al. 1989), amit Jeppson és munkatársai (1975) a csoport ősi származásával magyaráznak. Ennek megfelelően az *Aculus schlechtendali* felméréseinkben főként egy tápnövényen, az almán károsított, bár esetenként a körtén is előfordult (Gólya és Kozma 1997b, 2001b).

Nalepa (1892) a faj első leírásában az almatermésűek levélatkáját szintén az alma és a körte károsítói közé sorolta. Jeppson (1975) és Keifer (1946) szerint azonban a kártevő a körtén nem fordul elő. Számos megfigyelés viszont cáfolja állításukat, amelyek alapján az *Aculus schlechtendali* tápnövényeit a *Malus domestica* és változatai, a Pyrus communis és több *Malus* nembe tartozó díszfa alkotja (Amrine és Stasny 1994, Balás 1939, 1963, 1966, Balás és Sáringer 1982, Davis et al. 1982, Easterbrook 1979, Farkas 1965, Kozlowski 1980, Kozlowski és Boczek 1987a). Vizsgálataink szerint a *Malus* fajokon kívül az almatermésűek levélatkája az ugyancsak Rosaceae családba tartozó birs, egybibés galagonya és csipkebogyó levelein nem talál megfelelő életfeltételeket. Továbbá – Bognár (1964) állításával ellentétben – a faj a *Prunus*-féléken sem fordul elő. Easterbrook (1979) megfigyeléseinkhez hasonló tapasztalatai alapján, a kártevő meggyre vagy galagonyára áthelyezve néhány nap alatt elpusztul. Kozlowski és Boczek (1987a) felméréseiben egyedei a Pomoideae, Prunoideae, Rosoideae és Spireoideae alcsaládok tagjain sem voltak megtalálhatók. Az almatermésűek levélatkáját tehát a szűk tápnövénykör jellemzi.

Eredményeink szerint az *Aculus schlechtendali* a *Malus domestica* levelein domináns fajként jelentkezik az eriohyoidák között. Hazánkban egyedszáma lényegesen meghaladja az almán is előforduló *Epitrimerus pyri* mennyiségét. A körtén viszont az *Eriophyes pyri* és az *Epitrimerus pyri* van jelen nagyobb egyedszámban. Az almán az *Epitrimerus pyri* előfordulását Amrine és Stasny (1994) is igazolta. Ezzel szemben Nacev (1978 cit. Kozlowski 1980) és Kozlowski (1980) a *Malus domestica* levelein az *Eriophyes pyri*-t azonosította.

5.1.2. Az Aculus schlechtendali kártétele és kárképe

Hazai tapasztalataink alapján az *Aculus schlechtendali* károsítása március folyamán, a rügyekben kezdődik. Az áttelelt egyedek rügypattanástól – számos angliai és németországi megfigyeléssel megegyezően (Easterbrook 1979, 1984, Easterbrook és Solomon 1983, Schliesske 1985, Easterbrook és Fuller 1986) – a fakadó levelekre vándorolnak, és a fonákon kezdik meg táplálkozásukat (Gólya 1997b, Gólya és Kozma 1997b, 2001b). Nagy egyedsűrűség esetén a fiatal levelek fejlődése gátolt, a levéllemez kanalasodik, színe fénytelenné, fonákja vörösbarnává válik (Gólya 1996, 1997a,b, Gólya és Kozma 1997a,b, 2001b). Hasonló kárképekről számolnak be Balás

(1939, 1963, 1966), Balás és Sáringer (1982) hazai, Herbert (1974) és Jeppson et al. (1975) észak-amerikai, illetve Kozlowski (1980), Schliesske (1992) és Easterbrook (1996) európai vizsgálatai is.

Az *Aculus schlechtendali* kártételének első tüneteit megfigyeléseink alkalmával általában júniusban észleltük a hazai populációdinamikai sajátosságok miatt. A kártétel első jelei Kozlowski (1980) lengyelországi felméréseiben szintén júniusban jelentkeztek, míg Easterbrook (1996) Angliában csak júliusban tapasztalta őket.

Vizsgálataink során a levelek barnulása általában 50 adult/cm^2 egyedsűrűség felett mutatkozott. Kozlowski (1980) kísérleteiben azonban e tünet 60 levélatka/cm^2 fertőzöttségnél jelentkezett. Strapazzon és Monta (1998) szerint az *Aculus schlechtendali* 50 egyed/cm^2–es gyakorisága levéldeformációt okoz.

Hazánkban a károsított levelek korai lehullását, a fertőzött hajtások lombvesztését többnyire augusztusban tapasztaltuk (Gólya 1996, 1997a,b, Gólya és Kozma 1997a,b). Ezzel szemben, a korai lombhullást számos vizsgálat (Balás 1963, 1966, Kozlowski 1980, Balás és Sáringer 1982, Schliesske 1992, Easterbrook 1996) július végén, illetve ősszel igazolta (Boczek 1961, 1966, 1970 cit. Kozlowski 1980).

A megnyilvánuló kártétel formájában, az első tünetek és a korai lombvesztés megjelenésének időpontjában látható, fentiekben említett különbségekre elsősorban a földrajzi elhelyezkedésből adódó eltérő klimatikus körülmények szolgálnak magyarázattal. A hőmérséklet, a csapadék, a páratartalom, a fényviszonyok alakulása éves szinten a tápnövény fenológiai ciklusát, fiziológiás állapotát, és a kártevő populációdinamikai sajátosságait is meghatározza. Mindezek a tápanyag-ellátottsággal, a gazdanövény korával, regenerálódó képességével és fajtájával, valamint a termesztés intenzitásával összefüggésben a szimptómák megjelenésének idejét és formáját befolyásolják.

Felméréseink szerint az *Aculus schlechtendali* április végén és májusban a virágokon, a csészeleveleken és a gyümölcskezdeményeken is előfordulhat. Kártétele azonban az ekkor még kis egyedszámú népesség miatt többnyire jelentéktelen Magyarországon. Ezzel szemben Easterbrook (1979, 1984, 1996), Easterbrook és Solomon (1983), valamint Easterbrook és Fuller (1986) Angliában beszámol a generatív részeken tapasztalt károsításról, ami a mérsékeltebb telű óceáni éghajlaton nagyobb áttelelő populációt feltételez.

Vizsgálatainkban megfigyeltük, hogy a levelek károsodásának közvetett hatása az egészségestől rövidebb ízközök, illetve kisebb gyümölcsök fejlődésében nyilvánul meg (Gólya 1996, 1997a,b, Gólya és Kozma 1997a,b, 2001b). Ehhez hasonlóan Kozlowski és Kozlowska (1998) az egyedsűrűség negatív hatását a hajtás-, Hoyt (1969) pedig a termésnövekedésben tapasztalta.

Balás (1963, 1966), illetve Balás és Sáringer (1982) megfigyelései szerint a *Phyllocoptes schlechtendali* hazánkban a körtét károsítja erősebben, de megtalálható az almán is. Több éves

tapasztalataink azonban cáfolják állításukat, ugyanis a faj elsősorban az almán fordult elő. A körtén csak ritkán és kis egyedszámban jelentkezett, amely tápnövényen a kártételi küszöböt (10 egyed/cm^2) általában nem érte el.

5.2. Morfológia

5.2.1. A protogyn alak morfológiája

A kifejlett protogyn egyedek teste sárgás (Jeppson és munkatársai 1975), a frissen kelt lárváké fehér, a nimfáké pedig halványsárga színezetű (Easterbrook 1979). Tapasztalataink alapján a fiatal nőstények opálos, halványsárga színe idővel világos okkerré sötétedik (Gólya 1997b, 1999, Gólya és Kozma 1997b, 1998, 2001b). Ez a változás feltehetően a kültakaró szklerotizációjának következtében az egyedek korával van összefüggésben. Az *Aculus schlechtendali* színezetét a felvett táplálék minősége és az időjárás szintén befolyásolja.

Farkas (1965) és Jenser (1996) jellemzése szerint a nőstények 160 µm hosszúak és 50 µm szélesek. Schliesske (1992) leírásában az *Aculus schlechtendali* teste átlagosan 170 µm hosszú és 53 µm széles. Easterbrook (1979) mérései alapján a protogyn nőstények átlagos hossza 166-181 µm-ig, Jeppson és munkatársai (1975) szerint 160-175 µm-ig terjed. A szakirodalom változatos adatai jól tükrözik, hogy a kifejlett nőstények átlagos hosszúsága a populáció állapotától, a fiatal és idősebb egyedek arányától, illetve az adott év időszakától függően széles határok között változik.

Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy egy fejlődési stádiumon belül az *Aculus schlechtendali* testhosszának kortól és felhalmozott tápanyagtól függő, több mint 100 µm-es (126-247 µm), vedlés nélküli méretváltozását az opisthosoma félgyűrűinek harmonikaszerű kapcsolódása teszi lehetővé (Gólya 1999). Ezt alátámasztja Farkas (1966a) megfigyelése is, amely szerint az Eriophyidae fajoknál a potroh gyűrűzöttsége a belső szervekkel nincs kapcsolatban, csupán szilárdításul és az izmok tapadási helyéül szolgál. Mindezekre további bizonyíték, hogy tapasztalataink alapján az *Aculus schlechtendali*-nak a leggyakoribb tergit- és sternitszámnál némileg több, illetve kevesebb félgyűrűvel rendelkező egyedei is előfordulnak (Gólya 1999). Erre utal a dorzális oldal két szélén, valamint a hát- és hasoldal közt számlálható „szelvényszám” különbsége is, amit a lemezek eltérő összeolvadása okoz.

Farkas (1965) és Jenser (1996) az almaterméseűek levélatkájának jellemzésében 30 potrohgyűrűt jelöl meg, nem téve különbséget a ventrális és dorzális annulusok között. Easterbrook (1979) alapján azonban a faj egyedei 30-35 hátoldali félgyűrűvel, és 61-75 hasoldali lemezzel rendelkeznek. Schliesske (1992) leírása szerint a tergitek száma 30, a sterniteké pedig 60-65. A szakirodalom ugyan jól szemlélteti az *Aculus schlechtendali* morfológiájában megjelenő változatosságot, viszont a két ivar, az egyes fejlődési alakok, illetve a protogyn és deutogyn egyedek különbségeire nem tér ki. Felméréseinkben a *protogyn* nőstények dorzális annulusainak

száma általában 30 volt, de 28 és 33 között ingadozott. A ventrális annulusok mennyisége átlagosan 63 volt, bár 58 és 68 között váltakozott. A fenti irodalmi adatok tehát kizárólag a nyári alakot jellemzik.

Farkas (1965) és Jenser (1996) leírása alapján az almatermésűek levélatkájának hátpajzsa sima, vagy alig észrevehető vonalak húzódnak rajta. Megfigyeléseink szerint állításuk csak a téli és nyári alak tulajdonságainak együttes vizsgálatával fogadható el. A protogyn prodorzális pajzsának felületén a granulózus vonalak minden esetben fajra jellemző mintázatot alkotnak. Ezzel szemben a deutogyn alak pajzsa szinte sima, és rajta az apró tuberkulumokkal díszített kiemelkedések visszafejlődtek (Gólya 1997b, 1999, Gólya és Kozma 1998).

Vizsgálataink alapján a protogyn egyedek dorzális és ventrális annulusait is parányi mikrotuberkulumok díszítik. A hátoldalon lévők az eredési pontjaikon apró, ellapuló kiemelkedéseket képeznek. A hasoldali mikrotuberkulumok viszont hegyes szemölcsökként, kerekded alapon, lényegesen nagyobb számban a sternitek hátsó szegélyén ülnek. Jeppson és munkatársai (1975), valamint Schevtchenko (1982 cit. Boczek és Griffiths 1994) feltételezése szerint a mikrotuberkulomok jelenléte vagy hiánya a test és környezetének vízcseréjével áll kapcsolatban. A hátoldalon tapasztalt kisebb számukat és visszafejlődésüket is ez magyarázza.

Az Eriophyoidea fajok lábai a test elején ízesülnek. Elülső pár lábuk felépítése a hátsókéval mindig megegyező (Jeppson et al. 1975). Tapasztalataink alapján az *Aculus schlechtendali* két pár lába ízeit tekintve valóban azonos, de a második pár gyengébb megjelenésű, rövidebb és vékonyabb. Az elülső, erőteljesebb láb elsősorban húzó, míg a hátsó húzó-támasztó szerepet lát el a testtel bezárt szöge alapján (Gólya 1999). Jeppson és munkatársai (1975) a lábak „karmainak” kapaszkodó funkciót tulajdonítanak. Ennek megfelelően megfigyeltük, hogy a gombos solenidion és az apró elágazásokkal, horgokkal rendelkező „tollas karom” akár függőleges levélfelületen is megfelelő rögzítést biztosít az *Aculus schlechtendali* számára. A lábak egyéb sertéi a levélszőrökön könnyítik meg a helyváltoztatást. Az opisthosoma testvég felé álló, hasoldali mikrotuberkulumjai és sertéi szintén a test előre mozgatását szolgálják. A páros ventrális serték és az anális lemezek pedig a megnyúlt opisthosoma alátámasztásában és egyensúlyozásában elengedhetetlenek (Gólya 1999).

Farkas (1966a) jellemzésében az Eriophyidae fajok nőstényeinek külső ivarszerve egy változó nagyságú nyílásból, valamint azt borító alsó és felső fedőlemezből áll. Jeppson és munkatársai (1975) szerint az elülső függesztésű fedőlap kívülről öblös lapátot formál, és felületét három granulózus keresztvonal, valamint 8-10 hosszirányú borda díszíti. Megfigyeléseink során azonban az említett keresztvonalakat nem az epigyniumon, hanem ahhoz szorosan illeszkedve tapasztaltuk, ugyanis azok az ivari fedőlemez „kemény” lapjának nyitását teszik lehetővé.

5.2.2. A deutogyn alak morfológiája

A szakirodalom a faj deutogyn alakjának morfológiai sajátosságairól csak feltételezéseket közöl, pontos adatokkal nem szolgál. A deuterogynia jelenségét általánosságban tárgyalja, de az almaterméseűek levélatkájának téli formáját nem részletezi.

Jeppson és munkatársai (1975) alapján az Eriophyoidea fajok deutogyn nőstényei a protogyn egyedektől és hímektől egyaránt különböznek. Legjellemzőbb eltéréseik a mikrotuberkulumok esetében láthatók. Az apró kiemelkedések száma a deutogyn egyedeken lényegesen kevesebb, és alakjuk eltérő. Vizsgálataink szerint, az *Aculus schlechtendali* esetében is a mikrotuberkulumok mennyiségében és alakjában láthatók a legszembetűnőbb különbségek, továbbá azok elhelyezkedésében és az opisthosoma félgyűrűinek számában tapasztalhatók.

Mivel az *Aculus schlechtendali* deutogyn alakjának felépítését még nem tanulmányozták, Jeppson és munkatársai (1975) feltételezik, hogy annak tulajdonságai a rokon fajok téli egyedeihez hasonlóak. Méretük a protogyn egyedekénél valószínűleg kisebb, és dorzális pajzsuk mintázata feltehetően határozatlanabb. Frontális lebenyük vékonyabb, nyúlvány nélküli, valamint a hátoldali thanosomális gyűrűik keskenyebbek. Jeppson és munkatársainak (1975) a testméretre vonatkozó feltételezése – méréseink alapján – csak a téli hónapokban, különösen januárban és februárban helytálló. Az áttelelés során ugyanis a téli alak a felhalmozott tápanyagok lebontásának következtében jelentős méretcsökkenésen megy keresztül. Ezzel szemben, a nyár végi és tavaszi időszakban a deutogyn egyedek nagyobb testméretét a hibernáció előtti tápanyagfelhalmozás, valamint a peterakáshoz szükséges tavaszi regenerálódás okozza (Gólya 1996, 1997a,b, 1999, Gólya és Kozma 1997a, 1998, 1999).

Részletes vizsgálataink során Jeppson és munkatársainak(1975) a prodorzális pajzsra és a frontális lebenyre vonatkozó feltételezései igaznak bizonyultak. A deutogyn alak pajzsa szinte sima, mintázata kevésbé határozott. A téli egyedek szélesebb alapú, lekerekített frontális lebennyel rendelkeznek, amelynek páros nyúlványai hiányoznak. Ezenkívül további különbségeket tapasztaltunk a faj protogyn és deutogyn alakjának színezetében, a tibia két „tüskéjének” hiányában, az ivartájék előtt elhelyezkedő redők számában, valamint a genitális fedőlemez mintázatának határozottságában is.

5.2.3. Az Aculus schlechtendali hímjeinek morfológiája

Jeppson és munkatársai (1975), valamint Manson és Oldfield (1996) szerint a hímek külső anatómiája – a genitália kivételével – a protogynnel megegyező. Farkas (1965) és Jenser (1996) alapján testük a nőstényekénél némileg kisebb, 140 μm hosszú és 45 μm széles. Méréseink a hímivarú egyedek kisebb méretét szintén igazolták (testhossz: 126-178 μm, testszélesség: 45-66

μm). A hímek és a deutogyn alak között a téli és nyári forma eltéréseit a protogynnel mutatott nagy morfológiai hasonlóságból eredően tapasztaltuk.

Farkas (1966a), valamint Jeppson és munkatársai (1975) az Eriophyidae hímek genitáliáját ív alakú vagy előrefelé konvex, tompaszöget bezáró hasadékként jellemzik. Megfigyeléseink alapján az *Aculus schlechtendali* hímjeinek ivarnyílása szintén ív alakú, ami a test eleje felé hajlik. Nyílását elölről egy hasonlóan hajlott, kiemelkedő szegély határolja, amely mögött a külső ivarszerv kitinizált és granulózus lemeze foglal helyet.

5.2.4. Az Aculus schlechtendali petéinek, lárváinak és nimfáinak morfológiája

Az eriophyoidák petéi gyakran színtelenek vagy áttetszők, méretük apró, átmérőjük 20-60 μm-es. (Manson és Oldfield 1996). Jeppson és munkatársai (1975) szerint az érett peték átmérője a kifejlett egyedek szélességével többnyire megegyező, így azok a lerakás során jelentősen összenyomódnak, alakjuk módosul. Az *Aculus schlechtendali* esetében a lerakott tojások 47-53 μm átmérőjűek (Herbert 1974, Manson és Oldfield 1996), és 30 μm hosszúságúak (Herbert 1974). A szakirodalmi adatokat saját megfigyeléseink is alátámasztják. A lerakott peték formája kerekded, kissé lapított, átmérőjük 40-50 μm-es. A tojások alakja a nőstények testében ovális, de az a 23 μm széles ivarnyíláson áthaladva valószínűleg deformálódik.

Jeppson és munkatársai (1975), illetve Manson és Oldfield (1996) alapján az Eriophyoidea fajok lárvái és nimfái megjelenésükben az adulthoz hasonlóak, bár méretük kisebb és külső ivarszervük hiányzik. További különbségek tapasztalhatók a dorzális és ventrális gyűrűk számában, a mikrotuberkulumok mennyiségében, valamint a prodorzális pajzs mintázatában és sertéinek irányában. Kisebb méretüket – Easterbrook (1979) vizsgálataihoz hasonlóan – az *Aculus schlechtendali* lárváinak és nimfáinak általunk meghatározott nagysága is igazolja (70-107 μm, illetve 104-126 μm). A faj kifejletlen alakjain a külső genitália hiánya jellemző, amelynek későbbi elhelyezkedésére csak az adulténál rövidebb genitális serték utalnak. A lárvákon ezek hiányozhatnak is. Ezzel szemben, Jeppson és munkatársainak (1975) megállapítása szerint a genitális sertepár mindig jelen van. Farkas (1966a) azonban az ivari „szőröket” csak a nimfa állapottól tapasztalta.

Megfigyeltük, hogy az almaterméűek levélatkájának lárvái és nimfái a kifejlett alaktól a hát- és hasoldali annulusok számában és formájában is különböznek. Dorzális és ventrális annulusaik az adulttól eltérő egységes gyűrűket alkotnak (Gólya 1997b, Gólya és Kozma 1998). Hát- és hasoldali lemezeik teljes differenciálódása csak a nimfa stádium után következik be. Farkas (1966a) hasonló megállapítása szerint, a Phyllocoptinae alcsalád tagjainak opisthosomája a lárva állapotban még egyenletesen gyűrűzött, de a nimfáknál a dorzális félgyűrűk részleges összeolvadása megkezdődik.

Jeppson és munkatársai (1975) a főként hátoldalon megjelenő, sajátos gyűrűzöttséget és sertézettséget szintén a lárva stádiumban tapasztalták.

Az *Aculus schlechtendali* lárvája és nimfája esetében megállapítottuk, hogy a mikrotuberkulumok a dorzális oldalon lényegesen nagyobb mennyiségben vannak jelen, megegyezve Jeppson és munkatársai (1975), valamint Manson és Oldfield (1996) Eriophyoidea jellemzésével. A parányi tuberkulumok kerekded, kissé ovális alakja a hátoldalon ugyancsak jelentős eltérést mutat a kifejlett egyedekhez képest.

A szakirodalommal ellentétben (Jeppson et al. 1975, Manson és Oldfield 1996) megfigyeltük, hogy az almaterméűek levélatkájának fejlődési alakjai között nem tapasztalható számottevő különbség a prodorzális pajzs granulózus mintázatában és sertézettségében. A lárvák és nimfák frontális lebenyének mérete viszont rövidebb, alakja kevésbé kiugró.

Lindquist (1996) szerint az Eriophyoidea fajok lárvái és nimfái általában a kifejlett alakra jellemző összes sertével és függelékkel rendelkeznek. Jellemzésünkben az *Aculus schlechtendali*-nál is azonos serteszámot és irányt tapasztaltunk. Elhelyezkedésük azonban a kisebb ventrális „lemezszám” miatt a deutogyn alak sertéihez volt hasonló.

5.3. Biológia

5.3.1. Az Aculus schlechtendali életmódja

A mérsékelt égövi és a sarkköri területek lombhullató növényein, bizonyos fajoknál a hímektől és a nyári (protogyn) nőstényektől eltérő, másodlagos deutogyn egyedek jönnek létre az időjárás és a táplálék elérhetőségének megváltozásával. Ezek szerepe a kedvezőtlen periódusok átvészelése (Jeppson et al. 1975). Ennek megfelelően, hazai tapasztalataink alapján az *Aculus schlechtendali* a hímtől és a protogyntől morfológiájában és szaporodási ciklusában egyaránt megkülönböztethető, deutogyn nőstény alakban telel át. Ezt Herbert (1974) kanadai és Easterbrook (1979) angliai vizsgálatai szintén alátámasztják. Az almaterméűek levélatkájának telelőre vonulását – feltételezésünk szerint –az ősszel leálló levélképzés, a levelek fiziológiás állapotának megváltozása, valamint a csökkenő hőmérséklet és fotóperiódus váltja ki (Gólya 1999, Gólya és Kozma 1997b, 2000).

Az eriophyoidák deutogyn nőstényei csak bizonyos táplálkozási időszak elteltével hagyják el a leveleket, és vándorolnak a kéregrepedésekbe vagy a rügypikkelyek alá. A védett helyeken szorosan zárt csoportokban mozdulatlanul töltenek néhány hónapot (Jeppson et al. 1975). Ezt igazolja, hogy vizsgálataink során az *Aculus schlechtendali* egyedei jelentős mennyiségű tartalék tápanyagot halmoztak fel az opisthosoma szöveteiben mielőtt a téli nyugvóhelyeikre vándoroltak volna. A deutogyn nőstények többnyire csoportosan, fejtorukkal lefelé, szorosan egymás mellett helyezkedtek el a szűk hasadékokban (Gólya 1996, 1997a,b, 1999, Gólya és Kozma 1997a,b,

2001a,b). Kozlowski és Boczek (1987b) szerint ezek a csoportosulások a nagyobb túlélési arányt szolgálják a kisebb hőingadozás, és a csapadék ellen kifejtett hatékonyabb védelem következtében.

Megfigyeléseink alkalmával az *Aculus schlechtendali* hibernációs helyeinek kiválasztásában jelentős preferenciát tapasztaltunk. A deutogyn nőstények a rügyek közelében, a termőnyársak laza kéregpikkelyei alatt teleltek legnagyobb mennyiségben. A téli hónapokban az egyéves vesszők nyugvó rügyeinél számos atka fordult elő a külső, kemény rügypikkelyek alatt, a második pikkelylevél szőrzetében, illetve a rügyalap és a hajtás által közrefogott ráncokban, valamint a rügyek közelében elhelyezkedő levélripacsok hasítékaiban is (Gólya 1996, 1997a,b, 1999, Gólya és Kozma 1997a,b, 2001a,b). Számos szerző alapján az almaterméűek levélatkája főként a kiálló kéregpikkelyeket, kéregrepedéseket, ágvillákat, sérüléseket, vagy a rügyek és a rügypikkelyek alatti réseket választja az átteleléshez (Hoyt 1969, Easterbrook 1979, 1984, Kozlowski 1980, Schliesske 1985, Kozlowski és Boczek 1987b). Felméréseink során az *Aculus schlechtendali* a hibernációs helyeken – Kozlowski (1983) megfigyeléseihez hasonlóan – gyakran más atkákkal (Tarsonemidae, Tydeidae, Stigmaeidae, Tetranychidae, esetleg Phytoseiidae fajokkal) együtt fordult elő. Minderre magyarázatot az adhat, hogy a tél közeledtével a közös élettéren élő egyedek a faji hovatartozástól függetlenül a gazdanövény védett részeit keresik fel.

Jeppson és munkatársai (1975) szerint a deutogyn egyedek a kedvezőtlen időszakban fiziológiás és szaporodási diapauzában vannak, amely a gazdanövény nyugalmi állapotának megszűntével végződik. Kozlowski és Boczek (1987b) alapján az *Aculus schlechtendali* a tél folyamán mozdulatlan, és tojásrakása nem indukálható. Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a faj szaporodási diapauzája és egyéb életfolyamatainak időszakos nyugalmi állapota különbözik. Az almaterméűek levélatkájának diapauzája fakultatív jellegű, amely optimális klimatikus viszonyokkal megszakítható (Gólya 1997b, 1999, Gólya és Kozma 1997b, 2001a). Szaporodási tevékenységének megindulásához viszont az áttelelt nőstények érési táplálkozása szükséges, amelynek időtartamát elsősorban a tápnövény állapota és a klimatikus körülmények befolyásolják.

Megfigyeléseink szerint a nőstények a petéket a levelek fonákára, érzugokba vagy vastagabb erek mellé, néha érközi mezőkre rakják egyesével (Gólya 1999). Magyarországon a protogyn egyedek és hímek általában április végén, május elején kelnek ki a deutogyn petékből (Gólya és Kozma 2001b). Ezzel szemben, Kozlowski és Boczek (1989) vizsgálatai alapján az első tavaszi generációban kizárólag protogyn nőstények fordulnak elő. A hímek csak a második nemzedékben, a protogyn egyedek által rakott tojásokból, június közepén jelennek meg. Hazai megfigyeléseink azonban cáfolják ezt. Május elején – Easterbrookkal (1979) megegyezően – a deutogyn petékből hímek és protogyn nőstények egyidejű kelését tapasztaltuk. A tavaszi nemzedéksort elindító téli alak utódait tehát kizárólag a nyári egyedek alkották. A protogyn nőstények utódai között, július végétől viszont a deutogyn nőstények is előfordultak a hím és a protogyn forma mellett. Számos európai

vizsgálatban a deutogyn alak újbóli megjelenése szintén júliusban volt tapasztalható (Easterbrook 1979, Kozlowski és Boczek 1989, Schliesske 1992).

A levélatkák egyedfejlődésében négy stádium különböztethető meg: a tojás, a lárva, a nimfa, és az adult (Farkas 1966a, Jeppson et al. 1975, Manson és Oldfield 1996). Ennek megfelelően, az almatermésűek levélatkájának fejlődése ezeken a szakaszokon megy keresztül a nimfokrizális és imágókrizális nyugalmi állapotokkal kiegészítve (Easterbrook 1979, 1984). Easterbrook (1979, 1984) szerint az *Aculus schlechtendali* posztembrionális fejlődésmenete *heterometabólia*. Ez a megállapítás azonban véleményünk szerint téves, hiszen a faj különböző fejlődési alakjainak testfelépítésben és életmódjában tapasztalható hasonlóságok egyértelműen epimorfózisra és nem hemimetamorfózisra utalnak. A két krizális stádium alapján egyedfejlődésüket legfeljebb *neometabóliának* nevezhetnénk az epimorfózison belül.

Az Eriophyoidea fajok sajátos mozgás- és terjedésmóddal rendelkeznek. Nagyobb távolságok megtételére önerőből nem képesek, ezért passzív úton a fertőzött szaporítóanyaggal, széllel, esővel, a rovarok, a madarak és más állatok segítségével terjedhetnek (Jeppson et al. 1975, Schliesske 1979, 1989, Kozlowski 1980). Schliesske (1979, 1989) az atkák aktív migrációját csak a tápnövényen belül, a növekvő hajtások alsó részei felől a hajtásvég irányába tapasztalta. Munkánk során az *Aculus schlechtendali* aktív helyváltoztatását a hajtások felületén, passzív terjedését az egymással nem érintkező gazdanövényeken és koronán belüli ágakon szintén megfigyeltük.

5.3.2. Az Aculus schlechtendali elterjedtsége

Zacher (1949) szerint az almatermésűek levélatkájának fő elterjedési területe Európa és Észak-Amerika. Számos szerző azonban az *Aculus schlechtendali* dél-amerikai, afrikai és ázsiai megjelenésére hívja fel a figyelmet (Gonzalez 1985, Kadono 1985, Funayama és Takahasi (1992a,b, Li Qing és Cai Ru Xi 1996, Meyer és Uckermann 1990, Bayan 1998). A faj terjedésének lehetősége hazánkban is biztosított, ugyanis a megfelelő éghajlaton a fő gazdanövényének, az almának termesztése viszonylag nagy felületen folyik. Továbbá a tulajdonviszonyok, a termelési rendszerek átalakulásával, illetve a piacok túltelítettsége, a költségkímélés miatt a speciális akaricedek használata a technológiából sok esetben mellőzésre kerül. A fő kártevők (pl. almamoly) ellen alkalmazott olcsóbb, széles hatásspektrumú készítmények viszont a hasznos szervezeteket is pusztítják, de biológiai hatékonyságuk az almatermésűek levélatkájára csekély.

A kártevő magyarországi kártételét először Balás (1939) említi, majd előfordulásáról Balás (1963, 1966), Balás és Sáringer (1982), Dellei és Szendreyné (1989), valamint Ripka és de Lillo (1997) közöl további adatokat. Dellei és Szendreyné (1989) a *Phyllocoptes schlechtendali* előfordulását a Heves megyei almaültetvényeknek mintegy 46 %-án tapasztalta. Az almatermésűek levélatkája az

általunk megvizsgált Pest megyei, valamint az Ipoly és a Garam hasonló ökológiai adottságú, szlovákiai vidékén lévő almáskerteknek mintegy harmadán fordult elő.

5.4. Populációdinamika

5.4.1. Az Aculus schlechtendali populációdinamikája

Megfigyeléseink alapján a sikeresen áttelelt deutogyn nőstények Magyarországon rügyfakadástól hagyják el a hibernációs helyeket (Gólya és Kozma 1997b, 2000, 2001b, Gólya et al. 2000). Számos európai és amerikai vizsgálat szerint az *Aculus schlechtendali* nőstényeinek tavaszi előjövetele szintén rügyfakadáskor kezdődik (Hoyt 1969, Herbert 1974, Easterbrook 1979, Kozlowski és Boczek 1987b). Megállapítható tehát, hogy az áttelelt egyedek a földrajzi helyszíntől függetlenül azonos fenológiai állapotban hagyják el a telelésre alkalmas helyeket. Mindez azt mutatja, hogy a kártevő biológiai aktivitásában tökéletesen alkalmazkodik a tápnövény földrajzi elhelyezkedésből adódó, eltérő vegetációs ritmusához.

Felméréseink szerint az almaterméűek levélatkájának peterakása hazánkban áprilisban kezdődik, így megfelelő ökológiai körülmények mellett a protogyn alak előfordulása április végétől, május elejétől tapasztalható. Lengyelországban, ebben az időszakban csak a deutogyn nőstények első tojásai láthatók a leveleken, így a lárvák megjelenése értelemszerűen később, május második dekádjától észlehető (Kozlowski és Boczek 1989). Magyarországhoz viszonyítva, a tojásrakásban és a kelésben mutatkozó különbségek valószínűleg Lengyelország északibb fekvéséből, így a kitavaszodás és a megfelelő fenológia késedelméből adódnak.

Munkánk során a nyári egyedek ivaréretté válásával, a deutogyn forma fokozatos eltűnése ellenére is a népesség növekedését tapasztaltuk tavasszal. Ennek intenzitása május második dekádjától, júniusban volt a legnagyobb (Gólya 1999, Gólya és Kozma 2001a,b). Eredményeinkhez hasonlóan, Kozlowski és Boczek (1987a, 1989), Karg (1992), valamint Funayama és Takahasi (1992a,b) szintén ebben a hónapban észlelték a populáció legintenzívebb növekedését.

Magyarországon a faj általában június végén, július elején a legnépesebb (Gólya 1997b, 1999, Gólya és Kozma 1997b, 2000, 2001a, Gólya et al. 2000). Számos külföldi felmérés ugyancsak az egyedszám június végi, júliusi csúcspontját igazolja (Chant 1959, Hoyt 1969, Herbert 1974, Kozlowski és Boczek 1987a, 1989, Karg 1992, Vogt 1992, Funayama és Takahasi 1992a,b). Jeppson és munkatársainak (1975) Kaliforniai megfigyelései szerint az *Aculus schlechtendali* populációja csak a deutogyn alak júliusi megjelenéséig növekszik intenzíven. Véleményünk szerint a téli forma növekvő aránya valóban mérsékelheti a további felszaporodás ütemét (hiszen a deutogyn egyedek az adott évben már nem szaporodnak), de tapasztalataink alapján júliusi mennyiségük igen kevés ahhoz, hogy az egyedszámban nagyobb mértékű változást idézzen elő. Ráadásul hazánkban a szeptembertől novemberig telelőre vonult népesség a nyárinak csak a

töredékét teszi ki. Továbbá a júliusban megjelenő nemzedék a tápnövény szempontjából még kedvező életfeltételeket talál. Ezt alátámasztják Villaneuve és Harmsen (1996) Ontarióban végzett felmérései is, melyekben a populáció július közepétől augusztus második dekádjáig volt a legnagyobb. Easterbrook (1979) angliai vizsgálataiban pedig a népesség augusztus közepén, illetve végén érte el csúcspontját.

A fenti megfigyelések változatossága azt feltételezi, hogy számos biotikus tényező és egyéb faktor mellett, a klimatikus elemek töltenek be meghatározó szerepet a faj felszaporodásában. Valószínűleg ez ad magyarázatot arra, hogy Easterbrook (1979) angliai, valamint Villaneuve és Harmsen (1996) kanadai tapasztalataival ellentétben, Magyarországon az egyedszám augusztus második felében a legkisebb. A hónap végén, illetve szeptember elején azonban jelentéktelen növekedést tapasztalható (Gólya 1997b, 1999, Gólya és Kozma 1997b, 2000, 2001a, Gólya et al. 2000), megegyezve Hoyt (1969), Kozlowski és Boczek (1989), valamint Karg (1992) megfigyeléseivel.

A vegetációban végzett felméréseink során az *Aculus schlechtendali* népessége elsősorban a fák koronájának külső és felső részein koncentrálódott. Hoyt (1969), Kozlowski és Boczek (1987a) az egyedsűrűségben szintén hasonló eltéréseket tapasztalt a koronán belül. Vogt (1992) Németországban ugyancsak a hajtásvégi, fiatal leveleken figyelt meg nagyobb egyedszámot. Feltételezésünk szerint az almatermésűek levélatkájának koronán belüli, eltérő eloszlása minden bizonnyal a táplálékpreferencia következménye. Feltehetően a fiatalabb, aktívabb anyagcseréjű, hajtásvégi levelek a táplálkozás szempontjából kedvezőbb feltételeket biztosítanak számára.

Vizsgálatainkban a deutogyn egyedek augusztusban ismét növekvő arányban fordultak elő a populációkban, bár első megjelenésük valószínűleg júliusra tehető (Gólya 1999, Gólya et al. 2000). Hazánkban a telelőre vonulás általában augusztusban kezdődik, de csak szeptemberben válik tömegessé (Gólya és Kozma 2001a, Gólya et al. 2000). Számos európai adat alapján a deutogyn alak újbóli megjelenése késő júniusban, illetve júliusban tapasztalható (Easterbrook 1979, 1984, 1996, Schliesske 1985, 1992, Kozlowski és Boczek 1989). Kozlowski és Boczek (1989) szerint a kifejlett nőstények legkorábban július közepén keresik fel a hibernációs helyeket. Ezzel szemben, Easterbrook (1979, 1984, 1996) és Schliesske (1985) csak augusztusban tapasztalta a telelőre vonulás kezdetét, hazai vizsgálatainkkal megegyezően.

Tapasztalataink szerint a téli forma állandó jelenléte mellett a protogyn nőstények és a hímek száma folyamatosan csökken, bár néhány példányuk még november elején is megtalálható az öregedő leveleken. Megfigyeléseinknek ellent mond Kozlowski és Boczek (1989) lengyelországi vizsgálata, amely alapján a hímek augusztus végén, illetve szeptember elején pusztulnak ki a populációkból. Szeptember második felében pedig a protogyn nőstények is eltűnnek a levelekről, míg a téli alak továbbra is megfigyelhető marad. Hazai vizsgálataink szerint, szeptember harmadik dekádjától az

egyedszám gyakran Magyarországon is az észlelési küszöb alá esik a leveleken. Ennek ellenére – mivel a nyári forma a hibernációs helyekre nem vonul, és október végéig az időjárás és a tápnövény állapotának változása nem teremt abszolút alkalmatlan életfeltételeket – a protogyn előfordulása kis mennyiségben lehetséges. Továbbá arra következtetünk, hogy a vegetációs időszak végén a protogyn nőstények utódai nem kizárólag deutogyn egyedek.

5.4.2. A populációdinamikát befolyásoló abiotikus tényezők

Megállapítottuk, hogy az *Aculus schlechtendali* áttelelésének sikere főként a hőmérséklettől függ. A telelőre vonulást, és a tél eleji egyedszámban tapasztalható szignifikáns csökkenést a minimum hőmérséklet nagymértékben meghatározza ($r = 0,98$, $\alpha = 0,05$). Januártól márciusig a fajnak a szélsőséges lehűlésektől mentes, hideg időjárás kedvez a diapauza folytonossága miatt. Kozlowski és Boczek (1987b) a tél folyamán 26-50 %-os, a tavaszi migrációban pedig 29-36 %-os mortalitását tapasztalta az almaterméseűek levélatkájának. Feltételezésük szerint az egyedszám téli és kora tavaszi csökkenése – állításunkkal megegyezően – a kedvezőtlenül alacsony hőmérséklet hatására következik be.

Tapasztalataink alapján az áttelelt egyedek 8-9 C°-on kezdenek aktivizálódni, és rügypattanástól hagyják el a telelésre alkalmas helyeket. E folyamatot elsősorban a hőmérséklet szabja meg. Ennek felszaporodásra kifejtett hatása a fajon keresztül közvetlenül, a tápnövény fenológiai állapotának befolyásolásával pedig közvetve érvényesül (Gólya és Kozma 2001a). Kozlowski és Boczek (1989), valamint Easterbrook (1979) az abiotikus tényezők közül a migráció és a szaporodás kiváltásában ugyancsak a hőmérséklet elsődleges szerepét hangsúlyozza.

Az időjárás tavaszi felmelegedése a nőstények növekvő fertilitását, az egyedfejlődési stádiumok lerövidülését és a népesség gyarapodását idézi elő (Easterbrook 1979, Kozlowski és Boczek 1989, Funayama és Takahasi 1992a), amit hazai vizsgálataink is alátámasztanak. A hőmérséklet tavaszi emelkedése kedvezett a felszaporodásnak, a nyári időszakban viszont a szélsőséges meleg negatív hatású volt a populációkra (Gólya 1999, Gólya és Kozma 2000, 2001a,b).

Statisztikai elemzéseink alapján, májustól szeptemberig az almaterméseűek levélatkájának egyedszámát elsősorban a relatív páratartalom határozza meg ($r = 0,87$, $\alpha = 0,05$). A faj számára a párás (60 % RH feletti), meleg (max. 24-28 C°, átlag 18-22 C°) időjárás kedvez (Gólya 1999, Gólya és Kozma 2000, 2001a,b). Ennek megfelelően, Vogt (1992) németországi felméréseiben az egyedszám a száraz és meleg időjárás hatására csökkent a populációs csúcsot követően. Hoyt (1969) Washingtonban szintén a tartósan magas, 35 C°-os hőmérséklet és az alacsony, mintegy 20 %-os páratartalom következményének tartja a populációk nyári összeomlását.

Kozlowski és Boczek (1989) a népességet befolyásoló abiotikus tényezők közé sorolja az intenzív esőzéseket is, amelyek az egyedszámot számottevően csökkenthetik. Ezzel szemben, a rendszeres,

„csendes” esők szignifikánsan kedvező hatását felméréseink során igazoltuk ($r = 0,70$; $\alpha = 0,05$), amely a csapadék légnedvességgel mutatott szoros kapcsolatából eredt ($r = 0,92$; $\alpha = 0,05$) (Gólya és Kozma 2001a). Az intenzív felhőszakadások viszont – főként nagy szélsebességgel párosulva – a populáció jelentős csökkenését okozták (Gólya 1999, Gólya és Kozma 2000, 2001a,b, Gólya et al. 2000). Bacsó (1964) szintén megállapította, hogy a sokszor hirtelen és bőséges felhőszakadások könnyen elpusztítják, illetve talajra vetik a kisebb kártevőket.

5.4.3. A populációdinamikát befolyásoló biotikus tényezők

A különböző almafajtákon az *Aculus schlechtendali* egyedsűrűségben jelentős eltérések észlelhetők (Herbert 1974, Kozlowski 1995a, Kozlowski és Boczek 1987a, Kozlowski és Kozlowska 1992, Kozlowski et al. 1995). Vizsgálataink alapján, az egyes fajták között az egyedszámban tapasztalható különbségek elsősorban a tápnövény fiziológiás állapotától és morfológiai jellemzőitől függnek. A faj szignifikánsan nagyobb egyedszámban jelentkezett a sűrűbb, dúsabb levélszőrzettel rendelkező almafajtákon. A különböző fajták között tapasztalható eltérést főként a levélszőrök mennyisége és mechanikai védőhatása határozta meg. A levélszőrözöttség mértéke és az elért legmagasabb egyedszám között észlelt szignifikáns korreláció ($r = 0,98$; $\alpha = 0,05$) azonban az időjárási tényezőktől függött. Így optimális ökológia viszonyoknál ez az összefüggés valószínűleg nem tapasztalható (Gólya 1999, Gólya et al. 2000, 2001). Kozlowski (1995c) a sűrű és rövid levélszőrzet pozitív hatását, minőségi és mennyiségi tulajdonságainak befolyásoló szerepét szintén megállapította.

Szabadföldi és fitotronban végzett megfigyeléseink alátámasztják, hogy a tápnövény a levelek anyagcseréjén, korán és asszimilációs tevékenységén keresztül a faj szaporodását, valamint a vegetációs időszak végén a telelőre vonulás ütemét egyaránt befolyásolja. A biológiailag elöregedő levélzet ősszel már nem alkalmas az atkák táplálására, így részben a deutogyn nőstények hibernációs helyekre vándorlását indokolja (Gólya et al. 2001). Kozlowski és Boczek (1989) az egyedszámnak a kedvező hőmérséklet ellenére bekövetkező, augusztusi csökkenését ugyancsak az öregedő levelek táplálkozási állapotában jelentkező változásoknak tulajdonítja. Santos (1984) szerint a fitofág atkák népességét a levelek tápértéke, a növények fiziológiás állapota és a talaj nedvessége befolyásolja.

Tapasztalataink alapján az almatermésűek levélatkájának esetében a fajon belüli, egyedsűrűségtől függő szabályozás csak a kártételen keresztül, közvetve érvényesül. A levelek fokozódó károsodásának hatására a relatív felszaporodás a népesség növekedésével csökken. A populáció csökkenését kiváltó gyakoriság azonban a gazdanövény és a levelek állapotától, regenerálódó képességétől függően változó (Gólya et al. 2001). Sajnos az *Aculus schlechtendali* populációinak intraspecifikus versengéséről a szakirodalom gyakorlatilag nem rendelkezik adatokkal. A faj

interspecifikus kompetíciója is csak említés szinten szerepel a nemzetközi publikációkban. Walde és munkatársai (1997) az almaterésűek levélatkájának versengését a *Panonychus ulmi* egyedeivel szemben tapasztalták. Hazai vizsgálatainkban viszont az *Aculus schlechtendali* és a fitofág atkák közti kompetíció szignifikánsan negatív hatását ($r = -0,94$; $\alpha = 0,05$) a *Tetranychus urticae* esetében figyeltük meg. A takácsatkák nagyszámú jelenléte a táplálkozásuk következtében leromló levélállapoton keresztül fejtette ki hatását. A *Tetranychus urticae* 4 egyed/cm^2 átlagos egyedsűrűségnél szorította ki az almaterésűek levélatkáját a közös élettérről (Gólya et al. 2001).

Az általunk vizsgált konvencionális almaültetvényekben a ragadozó atkák ritkán és kis mennyiségben fordultak elő, nem játszva szerepet az *Aculus schlechtendali* természetes szabályozásában. A ragadozók közül a *Zetzellia mali* gyakorisága volt a legnagyobb. A Phytoseiidae családból az *Euseius finlandicus* és a *Kampimodromus aberrans* fajokat azonosítottuk (Gólya 1997b, Gólya et al. 2000, 2001). Heves megye almásaiban dominánsként az *Amblyseius finlandicus* jelentkezett, bár az *Amblyseius aberrans,* a *Phytoseius macropilis,* valamint a stigmaeid *Zetzellia mali* is közönséges volt (Dellei és Szendreyné 1989). Ripka (1997, 1998) a *Malus* fajokon az *Euseius finlandicus* és a *Kampimodromus aberrans* egyedeit szintén azonosította. Jenser és munkatársai (1992) szerint az elhagyott gyümölcsösökben az *Amblyseius finlandicus*, a kezelt ültetvényekben pedig a *Zetzellia mali* a legközönségesebb. Komlovszky és Jenser (1992) a Stigmaeidae családban a *Zetzellia mal*i-t tartja a legfontosabbnak, mivel a széles hatásspektrumú inszekticidek felhasználásának megszűntével annak betelepedése a Phytoseiidae fajoknál intenzívebb. Állításukat az akaricidektől mentes, hagyományos ültetvényekben végzett megfigyeléseink is alátámasztják. A vegyszerterhelés csökkenésével a *Zetzellia mali* elsőként és nagyobb gyakorisággal jelent meg. Viszonylagos felszaporodása azonban csak a kémiai védekezések megszűntével, ősszel illetve kora tavasszal volt tapasztalható.

5.5. Javaslatok

Mivel munkánk alapkutatás jellegű, így konkrét hatóanyagok, illetve technológiák értékelése helyett, eredményeink a gyakorlatban az alábbi szempontok szerint hasznosulhatnak az almaterésűek levélatkája elleni védekezésben:

- Az *Aculus schlechtendali* szabad szemmel nem látható, tehát károsításának pontos ismerete elengedhetetlen a kártételének korai felismerésében. Továbbá a megfelelő védekezési eljárás érdekében elkerülhetővé válik, hogy a tüneteket egyéb károsítóknak tulajdonítsuk.
- A kártevő tápnövénykörének tisztázása nem csak a védendő kultúrnövényeket adja meg (főként *Malus*, esetleg *Pyrus* fajok), hanem információval szolgál arról, hogy a flóra mely egyéb, elvadult és vad tagjain lehetséges a faj intenzív felszaporodása, ami a terjedést és betelepedést teszi lehetővé gyümölcsöseinkbe.

- A károsító célszervezetek pontos azonosítása a növényvédelmi gyakorlat alapvető követelménye. Az *Aculus schlechtendali* esetében az általunk adott részletes morfológiái leírás a biztos fajmeghatározás mellett lehetőséget nyújt az egyes fejlődési, valamint a protogyn és deutogyn alakok arányának meghatározására is. Mindezekből a populáció állapotára és változásaira is következtethetünk.
- A kártevő biológiájának és populációdinamikájának helyspecifikus ismerete elengedhetetlen a hatékony, környezetbarát védekezéshez. A kezelések szükségességének megítéléséhez, a peszticidek célzott, megfelelő időpontban végzett kijuttatásához a faj populációdinamikájának, és azzal összefüggésben biológiai sajátosságainak tisztázása szükséges. Az *Aculus schlechtendali* népességváltozásának becsléséhez a meghatározó abiotikus és biotikus faktorok (RH, hőmérséklet, csapadék, levélszőrözöttség, tápnövény), valamint kritikus értékeik ismerete, illetve több éves megfigyelésünk szolgál segítségül.

Véleményünk szerint, az integrált és hagyományos növényvédelmi rendszerekben a fitofág atkák nem jelentenek problémát a szakszerű, szükség esetén akaricideket is felhasználó, szelektív növényvédelem mellett. A szelektív peszticidek használatával a ragadozók az *Aculus schlechtendali* kis létszámú populációjának szabályozását megoldhatják, de kedvező körülmények között a népesség a kártevő szaporodási és egyedfejlődési jellemzői alapján sokszorosára növekedhet. Ekkor vegyszeres védekezésre van szükség, amire az almában a levélatkák ellen engedélyezett készítmények bármelyike felhasználható. Sajnos sok esetben a szerválasztást a közgazdasági jellemzők befolyásolják. Költségeit tekintve az alma nem minden eset „bírja el” a drágább, szelektív vegyszereket, holott az elsődleges szempont a szerválasztásban azok környezetvédelmi besorolása lenne.

Amennyiben az almaterméseűek levélatkája ellen az akaricides kezelés indokolt, hazai populációdinamikájának ismeretében azt május végén, június elején javasoljuk elvégezni. Magyarországon júliustól többnyire nem szükséges a faj ellen védekezni a hónap közepétől jelentkező tartósan száraz kánikula miatt, bár ez nem általános érvényű. A kénes permetezések a károsító egyedszámát szintén gyéríthetik, de azok hatékonysága igen csekély. Tavasszal a lemosó készítmények közül – a kártevő hibernációs helyeinek védettsége miatt – a vegetációban is felhasználható olajos készítmények használata ajánlott.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A mérsékelt égövi, így a magyar gyümölcstermelés egyik fő profilját az almatermesztés jelenti. Napjainkban az egészség- és környezetvédelem jegyében változó piaci igények azonban az alma növényvédelmében is új, és egyre növekvő követelményeket támasztanak, amelyekhez a károsító célszervezetek pontos ismerete elengedhetetlen. Az almaültetvények potenciális kártevői közül, ezért a világszerte növekvő jelentőségű almaterésűek levélatkáját vizsgáltuk. A célkitűzésünk az volt, hogy részletes adatokkal szolgáljunk az *Aculus schlechtendali* tápnövényköréről, kártételéről, különböző alakjainak és egyedfejlődési stádiumainak morfológiai jellemzőiről és életmódjáról, a faj Pest megyei elterjedtségéről, valamint hazai populációdinamikai sajátosságairól.

Az almaterésűek levélatkájának lehetséges tápnövényeit a Rosaceae fajok faunájának felmérésével együtt vizsgáltuk. Az eriophyoidák jelenlétét ősztől tavaszig rügyboncolással, a vegetációs időszakban pedig levélvizsgálattal állapítottuk meg. Az *Aculus schlechtendali* kártételét, valamint az egyedsűrűség és a megjelenő kárkép összefüggését laboratóriumban, mesterségesen fertőzött alanyokon és szabadföldi ültetvényekben értékeltük. A faj különböző alakjainak morfológiai jellemzését kutató mikroszkóppal, fáziskontraszt segítségével, valamint „scanning" elektronmikroszkóppal 400-20 000-szeres nagyításban végeztük. Az almaterésűek levélatkájának életmódját, egyedszám-változását, valamint a népesség és az abiotikus és biotikus tényezők kapcsolatát 1996-2000-ig Pest megyében, Jonathan, Starcrimson, Starking és Golden Delicious almafajtákon tanulmányoztuk. A statisztikai értékeléshez többváltozós regresszió- és korreláció-analízist, és t-próbát alkalmaztunk.

Felméréseink alapján megállapítottuk, hogy az almaterésűek levélatkája a Pest megyei almaültetvényeknek mintegy harmadán, elsősorban az almán fordul elő. Kis egyedszámban a körtén is megtalálható, de más Rosaceae növényeken nem tapasztaltuk. Károsítása a levelek gátolt növekedésében, sodródásában és bronzosodásában, valamint az egészségesnél kisebb gyümölcsök és rövidebb ízközök fejlődésében nyilvánul meg. Magyarországon a kártétel első tünetei általában júniusban jelentkeznek, majd 50 adult/cm^2 egyedsűrűség felett korai (augusztusi) lombhullás tapasztalható a korona külső és felső részein.

Munkánk során megállapítottuk, hogy az *Aculus schlechtendali* protogyn és deutogyn alakjának azonosítására és elkülönítésére a test méretében, a frontális lebeny alakjában és két nyúlványának meglétében, a prodorzális pajzs mintázatában, a tibia két „tüskéjének" hiányában, a ventrális és dorzális annulusok számában, az első és második ventrális serte helyzetében, a hát- és hasoldali mikrotuberkulumok mennyiségében, azok formájában és eloszlásában, az ivartájék előtt elhelyezkedő redők számában, valamint a genitális fedőlemez mintázatának határozottságában mutatkozó eltérések adnak lehetőséget.

Megfigyeltük, hogy a hímivarú egyedek a protogyn nőstényektől általában kisebb méretükben, ivarszervük felépítésében, valamint a genitália előtt elhelyezkedő redők számában különböznek. A hímek és a deutogyn alak között a téli és nyári nőstények eltérései szintén láthatók.

Vizsgálataink alapján a lárvák és a nimfák morfológiájukban igen hasonló felépítésűek: különbség csak testük méretében, alakjában és színezetében jelentkezik. A kifejlett alaktól azonban a frontális lebeny formájában, az opisthosoma egységes gyűrűiben és azok számában, a hátoldali mikrotuberkulumok mennyiségében és alakjában, a külső ivarszerv hiányában, továbbá a genitális tuberkulumok és sertéik fejletlenségében különböznek a méretbeli eltérés mellett.

Felméréseink szerint a deutogyn nőstények rügypattanástól hagyják el a hibernációs helyeket hazánkban. Peterakásuk áprilisban kezdődik, amelyet az „érési" perióduson keresztül a fokozatos felmelegedés és a megfelelő fenológia befolyásol. Magyarországon a protogyn alak megjelenése április végétől, május elejétől várható. Felszaporodása júniusban a legintenzívebb. Egyedszáma június végén, illetve július elején éri el csúcspontját, majd kezdetben gyors, aztán lassuló ütemben csökken. A népesség augusztus második felében a legkisebb, amit gyakran jelentéktelen szaporodás követ. Hazánkban a deutogyn alak május folyamán tűnik el a populációkból, majd júliusban újból látható. Telelőre vonulása augusztusban kezdődik, de csak szeptemberben válik tömegessé.

Statisztikai elemzéseink alapján az *Aculus schlechtendali* egyedszámát májustól szeptemberig elsősorban a relatív páratartalom határozza meg ($r = 0,87$; $\alpha = 0,05$). A faj számára a párás (60 % RH feletti), meleg (max. 24-28 C°, átlag 18-22 C°) időjárás kedvez. A „csendes" esők egyedszámra gyakorolt, szignifikánsan kedvező hatása is ($r = 0,70$; $\alpha = 0,05$) a légnedvesség növeléséből ered ($r = 0,92$; $\alpha = 0,05$). Az intenzív felhőszakadások viszont nagy szélsebességgel párosulva a populáció jelentős csökkenését okozhatják. A kártevő áttelelésének sikerét a minimum hőmérséklet határozza meg ($r = 0,98$; $\alpha = 0,05$).

A biotikus tényezők hatását elemezve megállapítottuk, hogy az almatermésűek levélatkája a sűrűbb levélszőrzettel rendelkező almafajtákon – azok mechanikai védőhatása miatt – szignifikánsan nagyobb egyedszámban jelentkezik. A levélszőrözöttség mértéke és a legnagyobb egyedszám között észlelt szignifikáns korreláció ($r = 0,98$; $\alpha = 0,05$) azonban az időjárási tényezőktől függ, így optimális viszonyoknál valószínűleg nem tapasztalható.

Megfigyeltük, hogy a biotikus elemek közül a fajon belüli, egyedsűrűségtől függő szabályozás csak a kártételen keresztül, közvetve érvényesül. A populáció csökkenését kiváltó gyakoriság (50 egyed/cm^2) viszont a gazdanövény állapotától, a levelek korától és regenerálódó képességétől függően változó.

Az *Aculus schlechtendali* és a fitofág atkák közötti versengést elemezve, a *Tetranychus urticae* esetében tapasztaltunk szignifikánsan negatív kapcsolatot ($r = -0,94$; $\alpha = 0,05$). A takácsatkák nagyszámú jelenléte szintén a leromló levélállapoton keresztül fejtette ki hatását. A *Tetranychus*

urticae 4 egyed/cm^2 átlagos egyedsűrűségnél szorította ki az almatermésűek levélatkáját a közös élettérről. Az interspecifikus kölcsönhatások másik fajtája, a ragadozó-zsákmány kapcsolat viszont a konvencionális almaültetvényekben elenyésző mértékben jelentkezett. A ragadozó atkák (*Zetzellia mali, Euseius finlandicus*, *Kampimodromus aberrans*) csak a kémiai védekezések megszűntével, illetve ősszel és kora tavasszal fordultak elő.

7. SUMMARY

In the Temperate Zone, so in Hungary the main activity of fruit production is the growing of apple. However, the varying market relations require many changes in the plant protection in the spirit of the chemical-free quality and the environmental conservation. All these are new and continually growing requirements in the protection of apple therefore the exact knowledge of pests and diseases is essential. From the potential pests of apple we studied the *Aculus schlechtendali*, which has increasing importance all over the world. We carried out several investigations in order to serve with detailed data about the following items:

– host-plants of apple rust mite,
– plant-injuries that are caused by *Aculus schlechtendali*,
– morphological characteristics of apple rust mite in different forms and postembryonary stages,
– dispersion, biology and population dynamics of *Aculus schlechtendali* in Pest County.

The possible host-plants of apple rust mite were examined together with the survey of the eriophyoid fauna on Rosaceae species. From autumn to spring, the presence of eriophyoids was established by dissection of buds and by leaf-examination in vegetation.

The plant-injuries that were caused by *Aculus schlechtendali* and the relation between the density and the appearing damage were studied in laboratory and in orchards.

The morphological characterisation of apple rust mite was carried out by research-microscope with phase-contrast and by electron microscope (in 400 - 20.000-fold magnification).

The investigations on the biology and the density of *Aculus schlechtendali* and on the relationship among the population dynamics and the abiotic and biotic factors were performed from 1996 to 2000 in Pest County, on Jonathan, Starcrimson, Starking and Golden Delicious varieties. For the statistical evaluation T-test and regression- and correlation-analysis were used.

According to our investigations, the apple rust mite mainly occurs on apple, approximately on one third of Pest County. The species was also found on pear in small amount but was not observed on other Rosaceae plants.

Damages of *Malus domestica* that are caused by apple rust mite are manifested themselves in inhibited development, rusting and rolling of leaves, and in smaller fruits and shorter internodi. In Hungary, the first symptoms appear in June, and over 50 adults/cm^2 density earlier falling of leaves is visible on the exterior and the upper parts of crown.

On the basis of our examinations, numerous differences are observable between the protogyne and the deutogyne form. Divergences are in the measure of body, in the shape and the spines of shield lobe, in the pattern of prodorsal shield, in the lack of spinules on the tibia, in the number of ventral and dorsal annuli, in the place of the first and the second ventral setae, in the quantity, shape and

dispersion of dorsal and ventral microtubercles, in the number of wrinkles in front of the genitalia, and in the pattern of epigynium.

Although the males of *Aculus schlechtendali* resemble the protogyne females, differences were also observed in the measure of body, in the structure of genitalia and the number of wrinkles in front of the epigynium. Between the male and the deutogyne further differences were visible similarly to the divergences of the summer and winter forms.

The larva and the nymph are very similar, differences are only in the measure, shape and colour of body. According to our investigations, the larvae and nymphs diverge from the adults in the measurements, in the shape of lobe, in the uniform rings of opisthosoma, in the number of annuli, in the quantity and shape of dorsal microtubercles, in the lack of the external genitalia, moreover in the backwardness of the genital tubercles and their setae.

In Hungary, the deutogyne females leave the hibernating sites from the stage of bud open. Their egg lying begins in April. It mainly depends on the gradual rise in temperature and on the advantageous phenology because of the nutritional and the regenerating period of females. In this country, the appearance of protogynes is observable from the end of April or at the beginning of May. The reproduction of apple rust mite is the most intensive in June. The population reaches peak in late-June or early-July and after that decreases sharply. The population-level is the lowest in the second half of August, which is often followed by an insignificant reproduction. In Hungary, the deutogynes disappear from the population in May and appear again in July. The migration of deutogyne females to the hibernation sites begins in August but it will be mass only in September.

On the basis of our statistical analysis, the individual number of *Aculus schlechtendali* is mainly determined by the relative humidity ($r = 0,87$; $\alpha = 0,05$) from May to September. The favourable condition for this species is the humid (over 60 % RH) and hot weather (max. 24-28 °C, average 18-22 °C). The significant positive effect of soft rains ($r = 0,70$; $\alpha = 0,05$) also originates from the increase of relative humidity ($r = 0,92$; $\alpha = 0,05$). On the other hand, the intensive cloudbursts can play a significant role in the decrease of populations with stronger winds. In winter, the successful hibernation of deutogynes is chiefly determined by the minimum temperature ($r = 0,98$; $\alpha = 0,05$).

Analysing the effect of biotic factors, it was found that the individual number is significantly larger on those apple varieties that have leaf-hairs in higher density because of their mechanical protection. However, the significant correlation ($r = 0,98$; $\alpha = 0,05$) between the largest individual number and the leaf-pilosity depends on the meteorological factors so this relationship is not observable in the optimal ecological conditions.

From the biotic factors, the intraspecific control – which depends on density – appears indirectly by means of the injury of host-plants. The density that the individual number decreases under (50

adults/cm^2) is variable depending on the condition of host-plant and on the age and the recuperability of leaves.

Analysing the competition among the phytophagous mites, negative correlation was experienced ($r= -0,94$; $\alpha = 0,05$) between the *Aculus schlechtendali* and the *Tetranychus urticae* in 2000. The presence of spider mites influenced the apple rust mite population through the unfavourable leaf-condition due to their nutrition. The *Tetranychus urticae* elbowed the *Aculus schlechtendali* out of the common living place when its number was 4 mites/cm^2.

In the conventional orchards, the other type of the interspecific interactions, the predator-prey relationship was present in slight degree. The predacious mites (*Zetzellia mali, Euseius finlandicus, Kampimodromus aberrans*) occurred only after the last chemical treatments, in autumn and in early spring. So they could not take part in the natural control of *Aculus schlechtendali*.

MELLÉKLETEK

M1. Irodalomjegyzék

1. **Addison, J. A.; Hardman, J. M. és Walde, S. J. (2000):** Pollen availability for predaceous mites on apple: spatial and temporal heterogeneity. *Experimental and Applied Acarology*, 24 (1) 1-18. p.
2. **Amrine, J. W. és Stasny, T. A. (1994):** Catalog of the Eriophyoidea (Acarina: Prostigmata). West Bloomfield, Michigan: Indira Publishing House, 531 p.
3. **Bacsó N. (1964):** A növényvédelem agrometeorológiai alapjai. Gödöllő: ATE jegyzet, 107 p.
4. **Balás G. (1939):** Levélatka okozta növénybetegségek Magyarországon. *Magyar Királyi Kertészeti Tanintézet Közleménye*, (5) 52-70. p.
5. **Balás G. (1963):** Kertészeti növények állati kártevői. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 446 p.
6. **Balás G. (1966):** Kertészeti növények állati kártevői. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 449 p.
7. **Balás G. és Sáringer Gy. (1982):** Kertészeti kártevők. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1069 p.
8. **Bayan, A. (1998):** Injurious and predatory mites on plants in Lebanon. *Arab Journal of Plant Protection*, 16 (2) 94-97. p.
9. **Boczek, J. (1998):** Relationship of eriophyoid mites (Eriophyoidea) to their host plants. Ochrona Srodowiska 2, Zeszyty Naukowe Nr 214, 13-16. p.
10. **Boczek, J. (1999):** Zarys Akarologii. Rolniczej. Wyd. PWN. 358 p.
11. **Boczek, J. és Griffiths, D. A. (1994):** Structure and systematics of eriophyid mites (acari: Eriophyoidae) and their relationship to host plants. In: Williams, M. A. J. (szerk.): *Plant Galls*. Systematics Association Special Volume, 49, 119-129. p.
12. **Boczek, J. H.; Shevtchenko, V. G. és Davis, R. (1989):** Generic key to world fauna of eriophyid mites (Acarida: Eriophyoidea). Warsaw: Warsaw Agricultural University Press, 191 p.
13. **Bognár S. (1964):** A fitofág atkák és a kertészeti növények közötti biocönológiai kapcsolatok kérdései. Különlenyomat, 331-341. p. (Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Közleményeinek II. kötetéből, Tom 1. Fasc. 2.)
14. **Bozai J. (1970):** Takácsatkák határozója. *Növényvédelem*, 6 (10) 455-460. p.
15. **Bozai J. (1980):** Adatok Magyarország ragadozóatka-faunájának ismeretéhez (Acari). *Folia Entomologica Hungarica,* 41 (1) 193-194. p.
16. **Bozai J. (1986a):** Fitofág és ragadozó atkák faunisztikai és populációdinamikai vizsgálata magyarországi almáskertekben. *Növényvédelem*, 20 (6) 253. p.
17. **Bozai J. (1986b):** Magyarországi Phytoseiidae-k faunája. *Növényvédelem*, 20 (7) 312-313.p.
18. **Bozai J. (1987):** A Magyarországon előforduló Phytoseiidae-k határozója. *Keszthelyi Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei*, 29, 1-54. p.

19. **Bozzola, J. J. és Russel, L. D. (1991):** Principles and techniques for biologist. London: Jones and Bartlett Publishers, 542 p.
20. **Chant, D. A. (1959):** Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). Part I.-II. *Canadian Entomologist*, 91 (12) 166 p.
21. **Clements, D. R. és Harmsen, R. (1993):** Prey preferences of adult and immature *Zetzellia mali* Ewing (Acari: Stigmaeidae) and *Typhlodromus caudiglans* Schuster (Acari: Phytoseiodae). *Canadian Entomologist*, 125 (5) 967-969. p.
22. **Croft, B. A. és MacRae, I. V. (1992):** Persistence of *Typhlodromus pyri* and *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae) on apple after inoculative release and competition with *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae). *Environmental Entomology*, 21 (5) 1168-1177. p.
23. **Croft, B. A. és MacRae, I. V. (1993a):** Intra- and interspecific predation by adult female *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) when provisioned with varying densities and ratios of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and phytiseiid larvae. *Experimental and Applied Acarology*, 21 (4) 235-245. p.
24. **Croft, B. A. és MacRae, I. V. (1993b):** Biological control of apple rust mites: impact of *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae) on *Typhlodromus pyri* and *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *Environmental Entomology*, 22 (4) 865-873. p.
25. **Davis, R.; Flechtmann, C. H. W.; Boczek, J. H. és Barké, H. E. (1982):** Catalogue of eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). Warsaw: Warsaw Agricultural University Press, 254p.
26. **Dellei A. és Szendrey L. (1989):** Fitofág és ragadozó atkafajok előfordulása Heves szőlőültetvényeiben. *Növényvédelem,* 25 (3) 112-115. p.
27. **Dicke, M.; Sabelis, M. W. és de Jong, M. (1988):** Analysis of prey preference in phytoseiid mites by using an olfactometer, predation models and electrophoresis. *Experimental and Applied Acarology*, 5 (3-4) 225-241. p.
28. **Dudich E. és Loksa I. (1969):** Állatrendszertan. Budapest: Tankönyvkiadó, 708 p.
29. **Duso, C. és Vettorazzo, E. (1999):** Mite population dynmics on different grape varieties with or without phytoseiids released (Acari. Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 23 (9) 741-763. p.
30. **Easterbrook, M. A. (1979):** The life history of the eriophyid mite *Aculus schlechtendali* on apple in South-east England. *Annals of Applied Biology*, 91, 287-296. p.
31. **Easterbrook, M. A. (1984):** The biology and control of the rust mites *Aculus schlechtendali* and *Epitrimerus pyri* on apple and pear in England. In: Griffiths, D. A. és Bowman, C. E. (szerk.): *Acarology VI*. Chichester: Ellis Horwood L., 2, 797-805. p.

32. **Easterbrook, M. A. (1996):** Damage and control of eriophyoid mites in apple and pear. In: Lindquist, E. E.; Sabelis, M. W. és Bruin, J. (szerk.): *Eriophyoid mites, their biology, natural enemies and control*. Amsterdam: Elsevier, (World Crop Pest 6) 527-531. p.
33. **Easterbrook, M. A. és Fuller, M. M. (1986):** Russeting of apples caused by apple rust mite *Aculus schlechtendali* (Acarina: Eriophyidae). *Annals of Applied Biology*, 109 (1) 1-9. p.
34. **Easterbrook, M. A. és Palmer, J. W. (1996):** The relationship between early-season leaf feeding by apple rust mite, *Aculus schlechtendali* (Nal.), and fruit set and photosyntesis of apple. *Journal of Horticultural Science*, 71 (6) 939-944. p.
35. **Easterbrook, M. A. és Solomon, M. G. (1983):** Damage to apple fruits by apple rust mite, *Aculus schlechtendali*. In: Proceedings. Plant protection for human welfare. 10th International Congress of Plant Protection. Brighton, (1) 109. p.
36. **Farkas H. (1965):** Spinnentiere, Eriophyidae (Gallmilben). *Die Tierwelt Mitteleuropas 3*, 155 p.
37. **Farkas H. (1966a):** Gubacsatkák – Eriophyidae. Budapest: Akadémiai Kiadó, (Magyarország állatvilága - Fauna Hungariae 15) 164 p.
38. **Farkas H (1966b):** Some problems in eriophyid systematics. *Zes. Prob. Nauk. Roln*. 65. 195-198. p.
39. **Funayama, K. és Takahashi, Y. (1992a):** Studies on ecology of apple rust mite *Aculus schlechtendali* (Nalepa) (Acarina: Eriophyidae). *Bulletin of the Fruit-Tree Experiment Station*, 22, 9-22. p.
40. **Funayama, K. és Takahashi, Y. (1992b):** Seasonal prevalence of occurrence and optimum timing for control of apple rust mite *Aculus schlechtendali* (Nalepa). *Ann. Rept. Plant Prot. North Japan*, 43, 149-151. p.
41. **Gólya G. (1996):** Az *Aculus schlechtendali* (Nal.) morfológiájának, biológiájának és populációdinamikájának vizsgálata, preparátumkészítési módszerek értékelése. In: Összefoglalók. Egyetemi Tudományos Diákköri Konferencia, GATE, 62. p.
42. **Gólya G. (1997a):** Az *Aculus schlechtendali* (Nal.) morfológiája, biológiája és populációdinamikája. In: Összefoglalók. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, PATE, 487. p.
43. **Gólya G. (1997b):** Az *Aculus schlechtendali* (Nal.) morfológiája, biológiája, populációdinamikája és kártételének megnyilvánulása. Diplomamunka, GATE, Növényvédelemtani Tanszék, 55 p.
44. **Gólya G. (1999):** Újabb adatok az *Aculus schlechtendali* (Nalepa) morfológiájáról, biológiájáról és populációdinamikájáról. Szakdolgozat, GATE, Növényvédelemtani Tanszék, 56 p.

45. **Gólya G. és Kozma E. (1997a):** Az *Aculus schlechtendali* Nal. morfológiája, biológiája, és populációdinamikája. In: Összefoglalók. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 51. p.

46. **Gólya G. és Kozma E. (1997b):** Az almástermésûek levélatkájának életmódjáról és kártételéről. *Gyakorlati Agrofórum*, 8 (9) 56. p.

47. **Gólya G. és Kozma E. (1998):** New data on the morphology of the apple rust mite (Acari: Eriophyidae). *Folia Entomologica Hungarica - Rovartani közlemények,* 59, 235-239. p.

48. **Gólya G. és Kozma E. (1999):** Újabb adatok az almástermésűek levélatkájának morfológiájához és Pest megyei elterjedéséhez. In: Összefoglalók. Növényvédelmi Fórum, PATE, 27-29. p.

49. **Gólya G. és Kozma E. (2000):** Az almatermésűek levélatkájának (*Aculus schlechtendali* (Nal.) populációdinamikája és az azt befolyásoló abiotikus tényezők vizsgálata Magyarországon. In: Összefoglalók. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 50. p.

50. **Gólya G. és Kozma E. (2001a):** Abiotikus tényezők szerepe az almatermésűek levélatkájának (Aculus schlechtendali [Nalepa]) populációdinamikájában. *Növényvédelem*, 37 (7) 345-350. p.

51. **Gólya G. és Kozma E. (2001b):** Az almatermésűek levélatkája. *Kertészet és Szőlészet*, (36) 15-16. p.

52. **Gólya G.; Kozma E. és Jánváry R. (2000):** Population dynamics and density of apple rust mite (*Aculus schlechtendali* [Nalepa]) in Hungary with special regard to the abiotic and biotic factors. In: Abstracts. 5th International Conference on Integrated Fruit Production, Lleida, 34. p.

53. **Gólya G.; Kozma E. és Jánváry R. (2001):** Biotikus tényezők szerepe az almatermésűek levélatkájának (*Aculus schlechtendali* [Nalepa]) felszaporodásában. *Növényvédelem*, 37 (8) 385-390. p.

54. **Gonzalez, R. H. (1965):** A taxonomic study of the genera *Mediolata*, *Zettzelia* and *Agistemus* (*Stigmaeus*). Los Angeles: University of California Press, 41, 64 p.

55. **Gonzalez, R. H. (1985):** Acaros eriofidos del manzano en Chile (Acarina: Eriophyidae). *Revista Chilena de Entomologia*, 12, 77-84. p.

56. **Herbert, H. J. (1959):** Note in feeding ranges of six species of predaceous mites (Acarina: Phytoseiidae) in laboratory. *The Canadian Entomologist*, 91, 812. p.

57. **Herbert, H. J. (1974):** Notes on the biology of the apple rust mite *Aculus schlechtendali* (Prostigmata: Eriophyidae) and its density on several cultivars of apple in Nova Scotia. *Canadian Entomologist,* 106, 1035-1038. p.

58. **Herbert, H. J. és Butler K. P.(1973):** Distribution of phytophagous and predacious mites on apple trees in Nova Scotia. *Canadian Entomologist*, 105, 271-276. p.

59. **Hohn, H. és Hopli, H. U. (1990):** Die Apfelrostmilbe – oft Uberschatzt, aber Kaum Prognostizierbar! *Schweizerische Zeitschrift fur Obst und Weinbau*, 126 (9) 259-266. p.

60. **Hoyt, S. C. (1969):** Population studies of five mite species on apple in Whashington. In: Proceeding. 2nd International Congress of Acarology, 117-133. p.

61. **Jenser G. (1996):** Eriophyidae – Gubacsatkák. In: Jermy T. és Balázs K. (szerk.): *A növényvédelmi állattan kézikönyve 6*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 24-50. p.

62. **Jenser, G.; Balázs, K. és Rácz, V. (1992):** Important beneficial insects and mites in Hungarian orchards. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 27, (1-4) 77-83.p.

63. **Jenser G és Koleva, R. (1996):** Physical surface of the grapevine leaf affecting the abundance of *Zetzellia mali* (Ewing) (Acari: Stigmaeidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica,* 31 (1-2) 75-81. p.

64. **Jeppson, L. R.; Keifer, H. H. és Baker, E. W. (1975):** Mites injurious to economic plants. Los Angeles: University California Press, 614 p.

65. **Kadono, F. (1985):** Three eriophyid mites injurious to fruit trees in Japan (Acarina: Eriophyidae). *Applied Entomology and Zoology*, 20, (4) 485-464. p.

66. **Karg, W. (1992):** The importance of so-called indifferent mite species for the equilibrium between spider mites and their antagonist. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 27 (1-4) 333-342. p.

67. **Keifer, H. H. (1942):** Eriophyid studies XII. Bulletin – Department of Agriculture State of California, 31, 117-129. p.

68. **Keifer, H. H. (1943):** Eriophyid studies XIII. Bulletin – Department of Agriculture State of California, 32, 212-222. p.

69. **Keifer, H. H. (1946):** Eriophyid studies XVI. Bulletin – Department of Agriculture State of California, 35, 39-48. p.

70. **Keifer, H. H. (1954):** Eriophyid studies XXII. Bulletin – Department of Agriculture State of California, 43, 121-131. p.

71. **Keifer, H. H. (1959):** Eriophyid Studies XXVII. Occasional papers, Bureau of Entomology, California Department of Agriculture, 1, 18 p.

72. **Keifer, H. H. (1999):** Eriophyid Studies C-3. Entomology Research Division, ARS-USDA, 23 p.

73. **Keifer, H. H. és Knorr, L. C. (1978):** Eriophyid mites of Thailand. Plant Protection Service Technical Bulletin, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Co-operatives, Bangkok, 38, 35 p.

74. **Kolcov, V. F.; Kormilicin, A. M.; Kocskin, M. A.; Livsic, I. Z.; Luksz, JU. A; Masanov, V. I.; Molcsanov, E. F.; Rihtyer, A. A.; Rjabov I. N.; Jabrov, A. A. és Szolobovnyikoba, Sz. N. (1975):** Plant-inhabiting mites. The All-Union V. I. Lenin Academy of Agricultural Sciences, The State Nikita Botanical Gardens, 180 p.

75. **Komlowszky I. és Bognár S. (1983):** The mechanisms regulating densities of mite populations. International Conference of Integrated Plant Protection, Budapest, 60-64. p.

76. **Komlovszky I. és Jenser G. (1992):** Little know predatory mite species of Hungary (Acari: Stigmaeidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 27 (1-4) 361-363. p.

77. **Kozlowski, J. (1980):** Researches on the occurence and noxiousness of apple rust mite *Aculus schlechtendali* (Nal.*). Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin*, 22 (2) 155-162. p.

78. **Kozlowski, J. (1983):** Z badan nad zimowaniem szpecieli (Acarina: Eriophyoidea) na drzewach owocowych. *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin*, 25 (1) 99-109. p.

79. **Kozlowski, J. (1995a):** The acceptence of leaves of various apple varieties by the apple rust mite – *Aculus schlechtendali* (Nal.). Roczniki Nauk Rolniczych, *Ochrona Roslin*, 24, (1-2) 39-44. p.

80. **Kozlowski, J. (1995b):** Fecundity, oviposition rate and survival of *Aculus schlechtendali* (Nal.) on the leaves of selected apple varieties. *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin*, 36 (1-2) 128-131. p.

81. **Kozlowski, J. (1995c):** Morphological leaf structure and susceptibility of apple cultivars to *Aculus schlechtendali* (Nal.) (*Acarina: Eriophyidae*). In: Proceedings. Symposium on "Advances of Acarology in Poland", Siedlce, 111-118. p.

82. **Kozlowski, J. (1997):** Morphological-anatomical symptoms of feeding by the apple rust mite, *Aculus schlechtendali* (Nal.) (Acarina: Eriophyidae), in leaves of different apple cultivars. Roczniki Nauk Rolniczych, *Ochrona Roslin*, 26 (1-2) 7-11. p.

83. **Kozlowski, J. és Boczek, J. (1987a):** Density and host plants of the apple rust mite – *Aculus schlechtendali* (Nalepa) (Acarina: Eriophyoidea). *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin*, 29 (1) 39-48. p.

84. **Kozlowski, J. és Boczek, J. (1987b):** Overwintering of the apple rust mite *Aculus schlechtendali* (Nalepa) (Acarina: Eriophyoidea). *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin*, 29 (1) 51-62. p.

85. **Kozlowski, J. és Boczek, J. (1989):** Life-cycle of apple rust mite, *Aculus schlechtendali* (Nal.). *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin*, 31 (2) 49-64. p.

86. **Kozlowski, J és Kozlowska, M. (1992):** Nasilenie wystepowania pordzewiacza jabloniowego (*Aculus schlechtendali* /Nal./) na wybranych odmianach jabloni. *Materialy Sesji Instytutu Ochrony Roslin*, 32 (2) 227-230. p.

87. **Kozlowski, J és Kozlowska, M. (1997):** The influence of feeding of the apple rust mite *Aculus schlechtendali* (Nal.) (Acarina: Eriophyidae) on biochemical changes in leaves of different apple cultivars. *Journal of Plant Protection Research*, 37 (1-2) 67-71. p.

88. **Kozlowski, J. és Kozlowska, M (1998):** Effect of feeding of the apple rust mite *Aculus schlechtendali* (Nal.) (Acari: Eriophyoidae) on apple shoots elongation. Ochrona Srodowiska 2, Zeszyty Naukowe Nr 214, 49-55. p.

89. **Kozlowski, J.; Skorupska, A; Kozlowska, M. és Pruszynski, S. (1995):** Wspolna wystepowanue *Aculus schlechtendali* (Nal.) i Tetranychus viennensis Zacher na roznych odmianach jabloni. Proceedings of the XXXV. Scientific Meeting of the Institute of Plant Protection, Part II – Posters. *Materialy Sesji Instytutu Ochrony Roslin*, 35 (2) 141-144. p.

90. **Kozlowski, J és Zielinska, L. (1997):** Cytological changes in apple leaves infested with the apple rust mite – *Aculus schlechtendali* (Nal.) (Acarina: Eriophyidae). *Journal of Plant Protection Research*, 37 (1-2) 72-84. p.

91. **Kozma E. (1979):** A takácsatkák károsítása kukoricában. *Magyar Mezőgazdaság*, 37 (40) 29. p.

92. **Kozma E. (1980):** Kukoricán károsító levéltetvek és takácsatkák gradobiológiai vizsgálata a mezőföldön. Doktori értekezés, GATE, Növényvédelemtani Tanszék, 179 p.

93. **Kozma E. (1983):** Natural enemies of aphids and spider mites feeding on maize and their role in regulating pest populations and their place in integrated plant protection. In: Abstracts. International Conference on Integrated Plant Protection, (4) 77-80. p.

94. **Kozma E., Kiss J. és Tóth F. (1995):** Gradobiological studies on common spider (Tetranychus urticae Koch) damaging maize between 1978-79 and 1992-93. In: Abstracts. The 3rd International Symposium on Population Dynamics of Plant Inhabiting Mites. Gillelje, 39. p.

95. **Központi Statisztikai Hivatal (2000):** Mezőgazdasági statisztikai évkönyv 1999. Budapest, 324 p.

96. **Központi Statisztikai Hivatal (2001):** Nemzetközi statisztikai évkönyv. Budapest, 470 p.

97. **Krantz, G. W. (1970):** A Manual of Acarology. Oregon: O.S.U. Book Stores Inc., 335 p.

98. **Kreiter, S. és de la Bourdonnaye, D (1993):** Les Typhlodromes, acariens predateurs – Clé simplifiée d'identification des principales espéces des cultures de plein champ en France. *Les cahiers de Phytoma - La défense des végétaux*, 446, 12 p.

99. **Kreiter, S.; Tixier, M. S.; Auger, P.; Strafile, D. és Barret, D. (1999):** Importance de la pilosite et des domaties des feuilles des plantes sur les Phytoseiidae (Acari). In:Proceedings. 5th International Conference on Pests in Agriculture, Montpellier, (3) 699-712. p.

100. **Kropczynska, D. és Tuivinen, T. (1987):** Predatory mites (Acarina: Phytoseiidae) on apple-trees in Finland. *Entomologisk Tidskrift*, 108 (1-2) 31-32. p.

101. **Kuehl, R. O.** (1994): Statistical principles of research design and analysis. California: Duxburry Press, 118-120. p.

102. **Lindquist, E. E. (1996):** External anatomy and notation of structures. In: Lindquist, E. E.; Sabelis, M. W. és Bruin, J. (szerk.): *Eriophyoid mites, their biology, natural enemies and control*. Amsterdam: Elsevier, (World Crop Pest 6.) 3-31. p.

103. **Lindquist, E. E. és Amrine, J. W. (1996):** Systematics, diagnoses for major taxa, and keys to families and genera with species on plants of economic importance. In: Lindquist, E. E.; Sabelis, M. W. és Bruin, J. (szerk.): *Eriophyoid mites, their biology, natural enemies and control*. Amsterdam: Elsevier, (World Crop Pest 6.) 33-87. p.

104. **Li Qing és Cai Ru Xi (1996):** Occurence and damage of the apple rust mite *Aculus schlechtendali*. *Plant Protection*, 22 (3) 16-17. p.

105. **Loeb, G. M. és Karban, R. (1988):** Negative interaction between willamette mites and pacific mites: possible management strategies for grapes. *Entomologica Experimentalis et Applicata*, 48 (3) 269-274. p.

106. **MacRae, I. V. és Croft, B. A. (1997):** Intra- and interspecific predation by adult female *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) when provisioned with varying densities and ratios of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and phytoseiid larvae. *Experimental and Applied Acarology*, 21 (4) 235-245. p.

107. **Mahunka S. (1972):** Tetűatkák – Tarsonemina. Budapest: Akadémiai Kiadó, (Magyarország állatvilága - Fauna Hungariae 16) 198 p.

108. **Manson, D. C. M. és Oldfield, G. N. (1996):** Life forms, deuterogyny, diapause and seasonal development. In: Lindquist, E. E.; Sabelis, M. W. és Bruin, J. (szerk.): *Eriophyoid mites, their biology, natural enemies and control*. Amsterdam: Elsevier, (World Crop Pest 6.) 173-183. p.

109. **Meyer, M. K. P. S. és Ueckermann, E. A. (1990):** African Eriophyoidea: the genus *Aculus* Keifer 1959 (Acari: Eriophyidae). *Phytophylactica*, 22 (2) 177-188. p.

110. **Michel, H. G. (1988):** Schadauftreten der Rostmilbe bei Apfeln. *Obst und Garten*, 107 (4) 194. p.

111. **Nalepa, A. (1890):** Zur Systematik der Gallmilben. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematische-naturwissenschaftliche Klasse, 99, 40-69.p.

112. **Newkirk, R. A. és Keifer, H. H. (1975):** Eriophyoidea: Synoptic keys to groups and genera. In: Jeppson, L. R.; Keifer, H. H. és Baker, E. W. (szerk.): *Mites injurious to economic plants*. Los Angeles: University Califormia Press, 562-614. p.

113. **Pataki E. (1994):** Károsítók által okozott nedvességveszteségek a növényeken. In: Petróczi I. (szerk.): *Adjuvánsok és peszticidek együttes hatása a környezetkímélő technológiában*. GATE, Növényvédelemtani Tanszék, 62-82. p.
114. **Pethő F (1984):** A világ almatermesztésének alakulása. In: Pethő (szerk.): *Alma*. Budapest: Mezőgazdasági kiadó, 678 p.
115. **Raudonis, L (1996):** Naujos obelu kenkeju rusys Lietuvoje (New pest species of apple trees in Lithuania). Lietuvos Entomologu Darbai, 233-235. p.
116. **Ripka G. (1997):** A díszfák és díszcserjék levéltetű- és atkafaunája. Doktori értekezés (Ph.D.), KÉE, Rovartani Tanszék, iv +209 p.
117. **Ripka G. (1998):** New data to the knowledge on the phytodeiid fauna in hungary (Acari: Mesostigmata). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 33 (3-4) 395-405. p.
118. **Ripka G. és de Lillo, E. (1997):** New data to the knowledge on the eriophyoid fauna in Hungary (Acari: Eriophyoidea). *Folia Entomologica Hungarica*, 28, 147-157. p.
119. **Ripka G és Kazmierski, A. (1998):** New data to the knowledge on the stigmaeid fauna in Hungary (Acari: Prostigmata). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 33 (3-4) 419-424. p.
120. **Santos, M. A. (1984):** Effects of host plant on the predator-prey cycle of *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae) and its prey. *Environmental Entomology*, 13 (1) 65-69. p.
121. **Santos, M. A. (1989):** Mortality and fecundity of *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: acaridae) in relation to population density. *Environmental Entomology*, 18 (6) 1060-1065.p.
122. **Santos, M. A. (1991):** Searching behavior and associational response of *Zetzellia mali* (Acarina. Stigmaeidae). *Experimental and Applied Acarology*, 11 (1) 81-87. p.
123. **Schausberger, P. (1997):** Inter- and intraspecific predation on immatures by adult females in *Euseius finlandicus*, *Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 21 (3) 131-150. p.
124. **Schausberger, P. (1998):** Population growth and persistence when prey is diminishing in single-species and two-species systems of the predatory mites *Euseius finlandicus, Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 88 (3) 275-286. p.
125. **Schliesske, J. (1979):** Vorkommen und Arten Verbreitung freilebenger Gallmilben (Acari:Eriophyoidea) an *Prunus* spp. in Niedersachsen. *Zool. Beittrage*, 25, 1-12. p.
126. **Schliesske, J. (1985):** Zur Biologie und zum Schadauftreten der Gallmilbe *Aculus schlechtendali* Nalepa (Acari: Eriophyoidea) an *Malus* spp. *Erwerbsobstbau*, 27, 195-197.p.
127. **Schliesske, J. (1989):** Ausbreitungsmodi von Gallmilben. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 7, 166-169.p.

128. **Schliesske, J. (1992):** The free-living gall mite species (Acari: Eriophyoidea) on pomes and stone fruits and their natural enemies in Northern Germany. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 27 (1-4) 583-586. p.
129. **Schruft, G. (1972):** Das Vorkommen von Milben aus der Familie Tydeidae (Acari). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 71 (2) 124-133. p.
130. **Spieser, F; Graf, B.; Hohn, H és Hopli, H (1998a):** Wie beeinflussen Rostmilben unsere Apfelbaume? *Obst und Weinbau*, 134 (25) 624-626. p.
131. **Spieser, F; Graf, B.; Walther, P. és Noesberger, J (1998b):** Impact of apple rust mite (Acari: Eriophyidae) feeding on apple leaf gas exchange and leaf color associeted with changes in leaf tissue. *Environmental Entomology*, 27 (5) 1149-1156. p.
132. **Strapazzon, A. és Monta, L. D. (1998):** Roulo e distribuzione di *Amblyseius andersoni* (Chant) e *Zetzellia mali* (Ewing) in meleti infestati da *Aculus schlechtendali* (Nalepa). *Redia*, 71, 39-54. p.
133. **Summers, F. M. (1966):** Genera of the mite familiy Stigmaeidae Oudemans (Acarina). *Acarologia*, 8 (2) 230-250. p.
134. **Summers, F. M. és Schlinger, E. I. (1955):** Mites of the familiy Stigmaeidae. *Hilgardia*, 23, 539-561. p.
135. **Tuovinen, T. (1992):** Predatory mites in finnish apple orchards. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 27 (1-4) 609-613. p.
136. **Villaneuve, R. és Harmsen, R. (1996):** Ecological interactions of tarsonemid mites in apple orchards: predation of apple rust mite and use of Phyllonorycter blancardella mines. Proceedings of the Entomological Society of Ontario, 127, 99-106. p.
137. **Vogt, H. (1992):** Acaricide tests in apple orchards with special regard to their effect on beneficials and on the apple rust mite. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 27 (1-4) 659-667. p.
138. **Walde, S. J.; Magagula, C. N. és Morton M. L. (1995):** Feeding preference of *Zetzellia mali*: does absolute or relative abundance of prey matter more? *Experimental and Applied Acarology*, 19 (6) 307-317. p.
139. **Walde, S. J; Hardman, J. M. és Magagula, C. N. (1997):** Direct and indirect species interactions influencing within-season dynamics of apple rust mite, *Aculus schlechtendali* (Acari: Eriophyidae). *Experimental and Applied Acarology*, 21 (9) 587-614. p.
140. **Zacher, F. (1949):** Arachnoidea – Spinnentiere. In: Blunck, H. (szerk.): *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. Berlin: P. Parley, 139-207. p.

141. **Zhang, Z. Q. és Croft, B.A. (1995):** Intraspecific competition in immature *Amblyseius fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Typhlodromus occidentalis* és *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 19 (2) 65-77. p.

M2. Táblázat- és ábrajegyzék

1. táblázat: Az *Aculus schlechtendali* elterjedtségének felmérése során vizsgált almáskertek

2. táblázat: A fásszárú Rosaceae fajok eriophyoid faunájának vizsgálata során mintázott növények

3. táblázat: A populációdinamikai felmérések alkalmával vizsgált almaültetvények

4. táblázat: A protogyn és deutogyn alak morfológiai jellemzői

5. táblázat: Az *Aculus schlechtendali* hímjeinek főbb alaktani jellemzői

6. táblázat: A lárvák és nimfák néhány morfológiai jellemzője

1. ábra: M4-es almaalanyok laboratóriumi hajtatása (Gólya)

2. ábra: Fitotronba, kedvező körülmények közé helyezett levélkorongok (Gólya)

3. ábra: Az egészséges (a) és a károsított, fejlődésében gátolt (b) levél méretbeli eltérése (Gólya)

4. ábra: A károsított levelek vörösbarna elszíneződése és sodródása (Gólya)

5. ábra: Korai lombvesztés a korona külső és felső részein a kártétel következtében (Gólya)

6. ábra: Az ízközök rövidülésében megnyilvánuló közvetett kártétel (Gólya)

7. ábra: Az egészséges (A) és a fejlődésében közvetve gátolt (B) gyümölcs méretbeli eltérése (Gólya)

8. ábra: A protogyn nőstény felülnézetben (Gólya)

9. ábra: A protogyn alak oldalnézetben (Gólya)

10. ábra: A protogyn nőstény prodorzális pajzsa és gnathosomája (Gólya)

11. ábra: A frontális lebeny és két nyúlványa a nyári alakon (Gólya és Szabó)

12. ábra: A dorzális serte bazális tuberkulumja és a mikrotuberkulumokkal fedett tergitek (Gólya és Szabó)

13. ábra: A lábak ízesülése és a prodorzális pajzs oldalnézetben (Gólya és Szabó)

14. ábra: Az empodium (Gólya és Szabó)

15. ábra: Az empodium és a solenidion (Gólya és Szabó)

16. ábra: Tarzális szőrszerű képződmények (Gólya és Szabó)

17. ábra: A tarsus és a tibia ízesülése (Gólya és Szabó)

18. ábra: Az apró kiemelkedésekkel és vonalakkal díszített coxális testfelület (Gólya és Szabó)

19. ábra: A protogyn alak opisthosomája oldalnézetben (Gólya és Szabó)

20. ábra: A dorzális és ventrális annulusok kapcsolódása (Gólya és Szabó)

21. ábra: A protogyn alak dorzális mikrotuberkulumjai (Gólya és Szabó)

22. ábra: Ventrális mikrotuberkulumok az *Aculus schlechtendali* nyári alakján (Gólya és Szabó)

23. ábra: A protogyn nőstény alulnézetben (Gólya)

24. ábra: A járulékos sertepár (Gólya)

25. ábra: Az anális régió és a mikrobordákká alakult mikrotuberkulumok (Gólya és Szabó)

26. ábra: A protogyn nőstény külső ivarszerve (Gólya és Szabó)

27. ábra: A belső genitália elülső apodemái és spermathecái (Gólya)
28. ábra: A méretcsökkenésen átesett deutogyn nőstény januárban (Gólya)
29. ábra: Az *Aculus schlechtendali* testhosszváltozása (1999)
30. ábra: Az alakváltozást meghatározó testhossz és testszélesség aránya (1999)
31. ábra: A nyugvó nőstény oldalnézete januárban (Gólya)
32. ábra: A deutogyn alak prodorzális pajzsa és frontális lebenye (Gólya)
33. ábra: Mikrotuberkulumok hiánya a deutogyn alak dorzális annulusain (Gólya és Szabó)
34. ábra: A deutogyn forma alulnézetben (Gólya)
35. ábra: A deutogyn nőstény külső ivarszerve és hasoldali mikrotuberkulumjai (Gólya és Szabó)
36. ábra: A spertmatheca és az apodemák elhelyezkedése (Gólya)
37. ábra: A deutogyn nőstény ivarszervének belső váza (Gólya)
38. ábra: A hím felülnézetben (Gólya)
39. ábra: A hím alulnézetben (Gólya)
40. ábra: A hím oldalnézetben (Gólya)
41. ábra: A hím coxális testfelülete és a mögötte elhelyezkedő ivarszerve (Gólya)
42. ábra: A hím hátpajzsa és gnathosomája (Gólya)
43. ábra: A külső hímivarszerv (Gólya)
44. ábra: A belső hímivarszerv (Gólya)
45. ábra: Az *Aculus schlechtendali* lárvája (Gólya)
46. ábra: Az *Aculus schlechtendali* nimfája (Gólya)
47. ábra: A nimfa prodorzális pajzsa és gnathosomája (Gólya)
48. ábra: A nimfa testének coxális felülete (Gólya)
49. ábra: A lárva oldalnézetben (Gólya)
50. ábra: A nimfa alulnézetben (Gólya)
51. ábra: Az *Aculus schlechtendali* elterjedtsége Pest megyében, valamint az Ipoly és a Garam hasonló ökológiai adottságú, szlovákiai vidékén (1998)
52. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája Jonathan almafajtán (Tura, 1996)
53. ábra: Meteorológiai adatok (Tura, 1996)
54. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája Starcrimson almafajtán (Örkény, 1998)
55. ábra: Meteorológiai adatok (Örkény, 1998)
56. ábra: Az egyedszám és a csapadék között fellépő korreláció transzformált adatokkal (Örkény, 1998)
57. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája Starking almafajtán (Tura, 1998)
58. ábra: Meteorológiai adatok (Tura, 1998)
59. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája Starking almafajtán (Tura, 1999)
60. ábra: Meteorológiai adatok (Tura, 1999)

61. ábra: Az egyedszám és a páratartalom között fellépő korreláció transzformált adatokkal (Tura, 1999)

62. ábra: Az egyedszám és a páratartalom csapadékkal mutatott korrelációja transzformált adatokkal (Tura, 1999)

63. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája Starking almafajtán (Tura, 2000)

64. ábra: Meteorológiai adatok (Tura, 2000)

65. ábra: A deutogyn egyedek eloszlása a vesszők rügyeiben (Tura, 1996)

66. ábra: A deutogyn egyedek eloszlása a vesszők rügyeiben (Tura, 1999)

67. ábra: A deutogyn nőstények eloszlásának változása a vesszők eltérő helyzetű rügyeiben (Tura, 1999)

68. ábra: Az *Aculus schlechtendali* populációdinamikája eltérő levélszőrzettel rendelkező almafajtákon (Tura, 1999)

69. ábra: Az *Aculus schlechtendali* relatív felszaporodása eltérő egyedsűrűségnél

70. ábra: Az *Aculus schlechtendali* és a *Tetranychus urticae* populációdinamikája Starking almafajtán (Tura, 2000)

71. ábra: Az *Aculus schlchtendali* népessége és a *Tetranychus urticae* egyedszáma között fellépő korreláció (Tura, 2000)

72. ábra: Ragadozó és Tydeidae atkafajok egyedszámának alakulása Starking almafajtán (Tura, 1999)

73. ábra: A *Zetzellia mali* és a *Tarsonemus* fajok egyedszámának alakulása Jonathan almafajtán (Tura, 1996)

74. ábra: A *Zetzellia mali* ragadozó atka

75. ábra: A predátor *Euseius finlandicus*

76. ábra: Tydeidae nőstény

77. ábra: Tarsonemidae hím

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondok **Dr. Kozma Erzsébetnek** a hasznos tanácsaiért, a fáradhatatlan és önzetlen segítségéért. Konzulensként munkámat mindig a legnagyobb türelemmel és törődéssel támogatta, kiemelkedő szakmai irányítást biztosítva dolgozatom elkészítéséhez.

Köszönettel tartozom Dr. Jan Boczek professzor úrnak az Eriophyoidae fajok határozási és preparálási ismereteinek átadásáért, szakmai iránymutatásáért.

Köszönöm a SZIE Növényvédelemtani Tanszéke oktatóinak és dolgozóinak hasznos segítségét és támogatását.

Végül köszönöm szüleimnek mindazt a támogatást, szüntelen biztatást és megértést, amellyel doktori munkámat segítették, és lehetővé tették.